ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JUILLET 1928.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE HAMY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations jusqu'ici inédites de taches solaires, faites à l'Observatoire de Paris de* 1683 *à* 1719 *par Ph. La Hire et par G.-Ph. La Hire*. Note de M. **G. Bigourdan**.

P.-H. La Hire, élève de l'abbé Jean Picard, aida celui-ci pour l'installation de son quadrant mural et pour sa fixation exacte dans le méridien; cet instrument n'était pas complètement réglé à la mort de Picard, survenue le 12 octobre 1682.

La Hire, entré alors en jouissance de l'appartement, des instruments et des papiers de son illustre maître, acheva de régler le quadrant mural en 1683 et dès lors il y observa assidûment le Soleil et ses taches, la Lune, les planètes et les étoiles jusqu'à sa mort (21 avril 1718). Alors ce fut un de ses fils, Gabriel-Philippe, qui le remplaça; celui-ci suivit le même plan d'observation que son père, mais bien peu de temps, car il mourut presque aussitôt, le 19 avril 1719.

Toutes ces observations se trouvent dans les Archives de l'Observatoire de Paris, dans 10 registres parfaitement conservés; quelques astronomes en ont extrait divers éléments pour leurs recherches personnelles, par exemple La Caille pour ses Tables solaires, Le Monnier pour la Lune; mais personne, à ma connaissance, n'a utilisé les observations de taches solaires : ce sont celles que je viens de publier dans le tome LIX de nos *Mémoires*. On trouvera dans mon *Introduction* tous les détails que j'ai pu réunir à ce sujet, avec des Notices sur les La Hire.

Une partie importante de ces observations de taches est constituée par

les dessins qu'il était nécessaire de reproduire, mais j'ai hésité longtemps sur le meilleur moyen à employer; finalement, je me décidai à faire calquer ces dessins et ils se trouvent reproduits dans 5 planches qui accompagnent mon Mémoire.

Pour faire concourir ces observations à une statistique régulière, il est évidemment nécessaire de connaître non seulement le nombre de jours où l'on a vu des taches, mais tous les jours où l'on a pu observer le Soleil sans en apercevoir; je les ai indiqués, toujours d'après les registres.

Dans ses observations des taches solaires Ph. La Hire les rapportait en ascension droite aux bords précédant ou suivant du Soleil observés au quadrant mural et en hauteur aux bords supérieur ou inférieur au moyen d'un quart de cercle mobile. Mais au début sa méthode ne paraît pas encore bien fixée, car il indique simplement la plus petite distance de la tache au bord solaire voisin.

Le Mémoire donne, dans l'ordre chronologique, les passages méridiens des bords du Soleil et des taches, puis parallèlement les hauteurs du bord solaire supérieur et des taches.

Comme complément j'ai donné les observations de taches solaires de Picard et de Cassini I, de sorte que le lecteur a sous les yeux le relevé des taches de 1661 à 1719; et la plus simple statistique montre immédiatement la périodicité de ces taches, découverte faite seulement un siècle plus tard. On s'étonnera sans doute que des observations telles que celles de La Hire soient restées inédites jusqu'ici : je crois qu'il faut y voir un effet de l'antagonisme des deux écoles entre lesquelles se sont partagés les astronomes français, l'école de Picard et l'école des Cassini.

Cette dernière, qui a été longtemps prépondérante, oublia bientôt le précepte de Pascal sur l'importance de l'observation en Physique; et un astronome célèbre a même écrit qu'il suffit de regarder les taches solaires une fois dans sa vie. S'il avait pu voir l'élan donné à l'Astronomie solaire par cette découverte de la périodicité des taches il aurait bien changé d'avis. Les observations solaires des La Hire permettront non seulement de mieux fixer les époques mal connues des *maxima* et des *minima* des taches à cette époque éloignée, mais encore de vérifier la loi des latitudes et de ses anomalies. On reconnaîtra alors qu'elles constituent le travail le plus important fait en France sur ces taches et qui malheureusement n'a pas été continué.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la fécondité de l'Hémérocalle fauve* (Hemerocallis fulva *L.*). Note de M. L. **Blaringhem**.

M. A. B. Stout [1], qui étudia les espèces d'Hémérocalles du Jardin botanique de New-York, a émis l'hypothèse que l'Hémérocalle fauve, admise comme une bonne espèce par la plupart des auteurs, même modernes (H. Coste, 1906), pouvait n'être qu'une forme horticole, résultat de la multiplication, par éclats, d'un seul individu autostérile. En effet, cette plante, dont le pollen est bien conformé et actif, ne donne qu'exceptionnellement des fruits et pas de graines.

A partir de 1921, j'ai réuni à la Station Berthelot, à Bellevue (Seine-et-Oise), et à l'Arboretum G. Allard, à Angers (Maine-et-Loire), huit lots, dont un à fleurs doubles, d'origines différentes de l'Hémorocalle fauve; j'ai réalisé chaque année des fécondations artificielles répétées entre ces lots sans obtenir le moindre gonflement des ovaires; à la fanaison, la fleur avec l'ovaire tombe par suite de la formation précoce d'une lame de liège transversale, phénomène fréquent chez les Liliacées et très accentué chez de nombreux hybrides. On pourrait se demander si l'Hémérocalle fauve, introduite du Levant en Europe vers 1599, n'était pas un individu hybride; mes expériences confirment cette hypothèse.

Son pollen est bien conformé; les avortements, ne dépassant pas 15 pour 100 dans mes cultures, sont moins abondants pour les dernières fleurs des touffes âgées, mais ce fait, commun chez les hybrides en mosaïque, ne fournit pas un argument décisif. Le pollen de l'*Hemerocallis fulva* fait nouer les fruits de l'*H. flava* L., bonne espèce sauvage de la Sibérie, à fleurs jaunes et ceux de plusieurs formes horticoles que je cultive et dont la valeur systématique reste douteuse : *H. lutea*, *H. aurantiaca*, *H. Forsteri*, *H. Thunbergii*. M. Stout l'a constaté à New-York et je l'ai vérifié à Bellevue et à Angers; après les pollinisations artificielles soignées, un bon nombre de fleurs ne noue pas; les pourcentages de réussites atteignent 50 pour 100 dans la combinaison *H. flava* × *H. fulva* qui est la plus fertile. Cette réduction de fertilité peut être due, comme chez le Lis blanc ou le Topinambour, à la tendance accusée à donner des souches souterraines très puissantes attirant à elles les réserves nutritives au détriment des fruits.

Les fleurs de l'*Hemerocallis fulva* ont une teinte foncée fauve rougeâtre; celles des autres formes en culture sont jaunes, diversement nuancées;

---

(1) *Sterility and fertility in Species* Hemerocallis (*Torreya*, 21, 1921, p. 60).

celles de l'*Hemerocallis flava* L., jaune pâle verdâtre, sont les plus fécondes, même par autopollinisation. Or, en 1921, j'ai obtenu, des croisements *H. aurantiaca* et *H. flava* pollinisés par *H. fulva*, 18 plantes toutes à fleurs jaunes; en 1922, mêmes résultats avec plus de 40 plantes adultes et variées par le port des grappes, le nombre et la taille des fleurs. On pouvait supposer que le caractère fauve, récessif, n'apparaîtrait qu'à la seconde génération dont j'ai en culture plus de 150 descendants; tous sont à fleurs jaunes. Il n'y a pas eu de disjonction dans cette série.

Les épreuves de 1923 et 1924 furent plus étendues. Je récoltai environ 400 bonnes graines du croisement *H. flava* × *fulva* et 80 du croisement *H. aurantiaca* × *fulva*. Toutes les combinaisons suivies à part, sauf une, ne donnèrent que des plantes à fleurs jaunes; l'exception, semée en 1925 sous le numéro 6306, provenait de 5 fruits récoltés en 1924, avec beaucoup de graines avortées et 30 bonnes graines, qui fournirent 12 plantes : 2 mortes sans fleurir, 8 relativement trapues à fleurs jaunes, 2 grêles élancées à fleurs fauves ocracées. Ce sont je crois les deux seules Hémérocalles à fleurs teintées de rouge dont l'origine est certaine; je les désigne par les lettres A et B.

Les fleurs de A sont relativement grandes, intermédiaires entre celles des parents, à pièces internes du périanthe ocres sur les deux faces et légèrement plissées ondulées (caractère de *fulva*); vers le milieu des pétales un V renversé de teinte plus sombre accentue la ressemblance avec l'espèce paternelle. Cette plante vigoureuse a fleuri en 1927, surtout en 1928; elle est fertile et m'a donné, en 1927, 32 bonnes graines par pollen *fulva*. Les fruits sont allongés, étroits à la base puis renflés en massue; le pollen des fleurs, abondant, donne un quart de grains avortés. La plante B est une plante miniature de A, avec tous les caractères atténués par faiblesse générale de constitution. Elle n'a porté que 2 fleurs en 1927, 8 en 1928, sans former de fruits et son pollen est avorté dans la proportion des trois quarts.

Ainsi, *H. flava* L. étant une bonne espèce offrant la transmission régulière du coloris jaune en première génération, *H. fulva* est l'origine de la disjonction observée et cette disjonction, dès (F_1), traduit sa nature hybride. Dans la majorité des cas, la descendance *H. flava* × *fulva* se comporte pour le coloris des fleurs comme certains faux hybrides de Fraisiers, de Vigne (Millardet).

Un fait plus important encore mérite d'être noté. Alors qu'aucun pollen de l'espèce *H. flava* et des formes horticoles à fleurs jaunes n'a donné de fruit *H. fulva*, j'ai obtenu trois fruits noués et persistants, dont l'un en 1927

avec 3 graines, par l'action, sur plusieurs centaines de fleurs *H. fulva* du pollen de la plante nouvelle A. Je ne doute plus que je pourrai fixer, avec le temps, une ou plusieurs lignées fertiles de l'Hémerocalle fauve.

Cette série d'épreuves m'encourage à continuer les tentatives que je poursuis, depuis 1905, pour obtenir des graines fécondes du Topinambour dont j'ai obtenu quelques graines à Angers en 1926 et en 1927 par l'action, sur des fleurs de sujets épuisés, du pollen des variétés de l'*Helianthus multiflorus* L. Il est probable que le Topinambour n'est lui aussi qu'un individu fragmenté, autostérile et le procédé de la pollinisation par des espèces voisines, suivi de l'épuration méthodique de la descendance, doit être utilisé pour obtenir des formes nouvelles qui seront peut-être meilleures que les races actuelles.

En résumé, une variété horticole *Hemerocallis fulva* L., décrite comme espèce, n'est probablement qu'un seul individu hybride autostérile. On en obtient des graines par la réalisation d'hybrides avec *Hemerocallis flava* L. bonne espèce sauvage et par l'action, efficace sur les ovaires *fulva*, du pollen de disjonctions de la descendance *Hemerocallis flava* L. × *H. fulva* L. qui offrent la teinte ocracée des fleurs.

Cette combinaison de deux procédés, hybridation puis épuration par le choix parmi les descendants des types les plus rares, est une méthode générale pour l'obtention de nouveautés à partir de plantes autostériles.

GÉODÉSIE. — *La Figure de la Terre déduite de la mesure de l'Arc de Méridien des Alpes françaises.* Note (1) de M. **P. Helbronner.**

La présente Communication, clôturant la série de celles que j'ai présentées dans ces dernières semaines, pour résumer les opérations et les calculs effectués depuis trois ans en vue d'une contribution à l'étude de la Figure de la Terre, achève de donner les résultats que j'ai obtenus dans ces recherches. La connaissance de la forme du globe terrestre qui depuis plus d'un siècle a constitué le but principal des disciplines de la géodésie, quoique n'étant pas susceptible d'un perfectionnement indéfini — puisqu'en réalité le problème consiste non à calculer une forme réelle mais à appliquer sur un corps hétérogène un vêtement géométrique lui allant le mieux possible, c'est-à-dire embrassant, d'aussi près qu'elles peuvent s'y prêter, les innombrables irrégularités de sa surface — trouve dans la mesure d'un arc de méridien l'une de

(1) Séance du 17 juillet 1928.

ses plus usuelles contributions. Je n'ai pas cherché à me soustraire à cette sorte d'amplification et de justification suprême des travaux que j'avais entrepris et j'ai appliqué les résultats de mes mesures à la construction d'une enveloppe géométrique idéale de notre planète.

Mais loin de songer qu'un ellipsoïde doté de caractéristiques nouvelles pourrait être établi définitivement en application des résultats provenant de la mesure de l'arc de méridien de 41 grades et demi que j'ai constitué entre le Nord de la Norvège et le Sahara, et qu'il sortirait de cette mesure un schéma unique plus exact des formes de la Terre, j'ai laissé au contraire planer quelque imprécision sur ces caractéristiques en aboutissant non pas à une seule mais à une douzaine de ces surfaces du second degré et en ajoutant, simultanément à celles de tous les modèles déjà consacrés, leur candidature à la meilleure coupe du vêtement dont nous cherchons à couvrir ces formes.

J'ai donc tiré parti des 32 latitudes astronomiques dont je disposais le long de cet arc, d'abord en envisageant la totalité des sectionnements que ces latitudes délimitaient, puis en additionnant de manières variées les divers segments provenant de cette fragmentation. D'autre part, après avoir envisagé le jeu de ces segments bout à bout, je les ai fait chevaucher depuis une origine commune, celle de la station de Médenine, située à l'extrémité méridionale de l'arc, en les limitant à des relais variables. Cette solution, conduisant à des segments de plus en plus étendus, a eu l'avantage de diminuer, beaucoup plus que la solution précédente, l'influence perturbatrice des déviations de la verticale incluses à leurs extrémités sans discrimination possible, puisque plus l'amplitude envisagée est considérable, moins se fait sentir l'importance relative de l'attraction locale inconnue, gisant dans la latitude observée.

Les calculs ont donc été basés sur les données suivantes : 1° Les 31 segments compris entre Médenine et Fugleness sont introduits bout à bout; 2° Les 31 segments sont constitués par le chevauchement depuis l'origine commune de Médenine et par l'aboutissement successif aux 31 relais jusqu'à celui de Fugleness; 3° Plusieurs relais intermédiaires sont supprimés ainsi que le dernier segment septentrional, celui d'Utvœr-Fugleness, entaché d'une légère indécision dans l'azimut de l'une de ses extrémités, les segments entrant bout à bout; 4° et 5° L'arc est scindé en deux fractions principales traitées indépendamment, l'une allant de Médenine à Ripaille, l'autre de Ripaille à Utvœr, les segments entrant encore bout à bout; 6° L'arc est divisé dans sa totalité en six segments chevauchant les uns sur les autres depuis Médenine jusqu'à Utvœr; 7° L'arc est encore divisé en six segments,

mais les relais sont différents de ceux du calcul précédent; 8° et 9° L'arc est de nouveau scindé en deux fractions principales, traitées indépendamment, l'une allant de Médenine au Chasseral par le chevauchement de sept segments, l'autre du Chasseral à Utvœr par le chevauchement de onze segments; 10° L'arc est de nouveau divisé en six segments chevauchant à partir de Médenine, mais aboutissant à des relais différents de ceux des sixième et septième calculs; 11° L'arc est divisé en cinq segments chevauchant toujours depuis Médenine, le dernier aboutissant à Fugleness point extrême Nord de l'arc; 12° L'arc est divisé en trois grandes fractions dont la dernière s'arrête à Hoïkors.

C'est par comparaison avec un ellipsoïde déjà établi, en l'espèce l'ellipsoïde international, d'aplatissement égal à $\frac{1}{297}$, qu'ont été posées les données du problème. Chacune des douze combinaisons a conduit à l'établissement d'équations de condition en nombre égal à celui des segments qu'elle comprenait.

Si C est la longueur d'un segment mesuré sur le terrain au moyen des opérations géodésiques et T la longueur théorique donnée par les tables de l'ellipsoïde international, chaque équation de condition est de la forme

$$C-T=\frac{C}{a}\partial a+\left[-\alpha\left(\frac{1}{4}+\frac{6}{64}e^2\right)+\left(\frac{3}{4}+\frac{24}{64}e^2\right)\sin\alpha\cos 2\lambda+\frac{15}{64}e^2\sin 2\alpha\cos 4\lambda\right]a\,\partial e^2,$$

dans laquelle a est le demi grand axe de l'ellipsoïde, e l'excentricité, α l'amplitude angulaire, λ la colatitude moyenne du segment et dont les inconnues sont ∂a et ∂e^2. Traités par la méthode des moindres carrés, ces groupes d'équations donnent chaque fois deux équations finales d'où sont tirés ∂a et ∂e^2 et, par suite, l'aplatissement. Que les segments aient été choisis bout à bout ou qu'ils procèdent de chevauchements depuis Médenine, les données des diverses combinaisons ont été formées d'après les chiffres suivants :

Stations astronomiques formant relais.	Latitudes astronomiques.	Longueurs des arcs depuis l'Équateur, tirées des triangulations.	Longueurs des arcs comptées sur l'ellipsoïde international.	Différences entre les longueurs mesurées et théoriques.
	° ′ ″	M	M	m
Médenine...........	33.22.28,00	3 694 333,61 (1)	3 694 333,61	0
Kairouan...........	35.43. 4,58	3 954 420,63	3 954 309,33	+111,30
Carthage...........	36.51. 6,50	4 080 224,69	4 080 131,30	+ 93,39
Carloforte..........	39. 8. 8,93	4 333 730,75	4 333 654,83	+ 75,92
Pertusato...........	41.22.20,54	4 582 096,00	4 582 008,36	+ 87,64
Ajaccio.............	41.54.49,05	4 642 284,55	4 642 125,12	+159,43

(1) Pour permettre la suite des comparaisons, la valeur de l'arc supposé mesuré depuis l'Équateur jusqu'à Médenine est celle de l'ellipsoïde international.

Stations astronomiques formant relais.	Latitudes astronomiques.	Longueurs des arcs depuis l'Équateur, tirées des triangulations.	Longueurs des arcs comptées sur l'ellipsoïde international.	Différences entre les longueurs mesurées et théoriques.
	° ′ ″	M	M	m
Alistro	42.15.27,70	4 680 678,21	4 680 343,76	+334,45
Ile Rousse	42.38.18,94	4 722 013,92	4 722 656,18	−642,26
Bastia	42.41.51,85	4 729 212,12	4 729 226,20	− 14,08
Porquerolles	42.59.46,19	4 762 767,33	4 762 379,49	+387,84
Moulin-Paillas	43.12.59,72	4 787 116,76	4 786 868,31	+248,45
Nice	43.43.17,00	4 843 404,61	4 842 954,28	+450,33
Aiguilles	44.46.41,90	4 960 469,97	4 960 399,53	+ 70,44
Séez	45.37.25,15	5 054 393,27	5 054 350,83	+ 42,44
Ripaille	46.23.48,99	5 139 992,82	5 140 305,89	−313,07
Chasseral	47. 7.52,99	5 222 058,16	5 221 954,05	+104,11
Solitude	48.47.11,95	5 405 942,51	5 406 008,68	− 66,17
Feldberg-en-Taunus	50.13.54,37	5 556 727,48	5 566 739,66	− 12,18
Brocken	51.48.10,59	5 741 007,66	5 741 536,76	−529,10
Dietrichshagen	54. 6.30,16	5 997 876,93	5 998 107,88	−230,95
Copenhague	55.40.43,26	6 172 787,00	6 172 923,61	−136,61
Himmelskullen	56.53.25,97	6 307 691,00	6 307 866,43	−175,43
Marstrand	57.53.19,17	6 418 827,47	6 419 027,47	−200,00
Dragonkullen	59. 5.55,59	6 553 725,53	6 553 823,53	− 98,00
Jonsknuden	59.40.15,48	6 617 418,70	6 617 569,39	−150,69
Hoïkors	60.29. 0,03	6 708 022,04	6 708 082,89	− 60,85
Nœverfjeld	61.12. 9,28	6 788 296,93	6 788 228,32	+ 68,61
Gien	62.23.31,68	6 920 561,46	6 920 800,90	−239,44
Graakallen	63.25.24,24	7 035 365,02	7 035 751,19	−386,17
Bodö	67.15.47,35	7 463 669,79	7 463 893,69	−223,90
Utvœr	69.52.15,25	7 754 626,84	7 754 784,49	−157,65
Fugleness	70.40.11,23	7 843 681,34	7 843 916,57	−235,23

Le nombre final 235^{M},33 représente la différence entre la longueur totale de l'arc de méridien déduite des triangulations, soit 4 149 347^{M},73 et la longueur prise sur l'ellipsoïde international, soit 4 149 582^{M},96.

Les douze combinaisons étudiées ont conduit aux solutions suivantes :

Combinaisons.	∂a.	∂e^2.	Demi-grand axe a.	Carré de l'excentricité e^2.	Inverse de l'aplatissement $\left(\frac{1}{\alpha}\right)$.
	M		m		
1re	− 175	−0,00052092	6.378212,76	0,00620175	274
2^{e}	+ 459	+0,00014256	6.378846,74	0,00686523	303
3^{e}	− 524	−0,00052346	6.377864,29	0,00619921	274
4^{e}	+1002	+0,00020090	6.379390,43	0,00692357	306
5^{e}	− 64	−0,00093528	6.378324,44	0,00578739	256
6^{e}	+ 376	+0,00016201	6,378763,52	0,00688468	304
7^{e}	+ 269	+0,00022872	6.378657,44	0,00695139	307
8^{e}	+1299	+0,00065033	6.379687,08	0,00737300	326
9^{e}	+ 766	−0,00049896	6.379153,61	0,00622371	275
10^{e}	+ 375	+0,00019849	6.378762,60	0,00692116	306
11^{e}	+ 474	+0,00020064	6.378861,88	0,00692331	306
12^{e}	+ 206	+0,00006290	6.378594,10	0,00678557	300

Malgré la diversité de ces résultats, une constatation d'ensemble de très grand intérêt se présente aux yeux : Quelle que soit, en effet, la combinaison envisagée, il apparaît que chaque fois que l'arc a été scindé en deux parties par une division à hauteur du Jura moyen, la fraction méridionale a toujours conduit à des aplatissements inférieurs à celui de l'ellipsoïde international, tandis que la fraction septentrionale a conduit à des aplatissements supérieurs. Or de l'étude de la Méridienne de Paris, il est résulté une conclusion analogue pour un point situé approximativement sur le même parallèle. On peut donc imaginer sur la surface de la Terre, le long d'un parallèle proche du Parallèle Moyen, tout au moins dans l'intervalle des deux méridiens de Paris et des Alpes françaises, la rencontre de deux ellipsoïdes théoriques non osculateurs dont l'aplatissement serait plus fort pour celui du Nord que pour celui du Sud.

Quoique la méthode des moyennes ne procède pas ici d'un principe très rigoureux, il peut être intéressant de tirer des douze ellipsoïdes revêtant l'Arc de Méridien des Alpes françaises les valeurs moyennes des différentes caractéristiques. J'ai ainsi obtenu pour

Le demi-grand axe....................	$6.378759^{m},91$
Le demi-petit axe....................	$6.357440^{m},00$
L'aplatissement......................	$\frac{1}{293,3}$
Le carré de l'excentricité..............	0,00666999

M. E. **Mathias** demande à l'Académie de considérer comme non avenue sa note du 14 mai 1928 [1], la photographie qui lui a été envoyée de Zurich n'étant pas une photographie d'éclairs.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

La participation française à la révision des longitudes mondiales (octobre-novembre 1926), par Armand Lambert.

[1] *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 1334.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la théorie des courbes algébriques.* Note de M. **Léon Pomey**, transmise par M. Paul Appell.

I. Maints géomètres (Poncelet, Chasles, Gergonne, etc.) ont insisté sur l'intérêt qu'il y a à rattacher le plus grand nombre possible de vérités particulières, paraissant même parfois indépendantes, à des principes généraux qui les coordonnent et les condensent. Les principes que nous indiquons ci-après fournissent, grâce à leur généralité et à leur simplicité, une méthode commode pour l'étude de certaines propriétés des courbes algébriques : ils se prêtent aussi bien à l'obtention de résultats nouveaux qu'à l'enchaînement dans un ordre naturel et logique de propositions connues. Ils s'étendent d'ailleurs immédiatement à l'espace; mais, pour abréger, nous ne les formulerons ici que pour les courbes planes. Ils contiennent en particulier les propriétés des involutions du troisième ordre, que M. P. Appell a prises pour base de la théorie des cubiques gauches (*Thèse*, 1876) et dont il a montré alors toute l'importance.

II. *Hypothèses générales.* — Soit un système ponctuel (ou tangentiel) de courbes algébriques planes C_m de degré (ou classe) m, dépendant *linéairement* de $(n-1)$ paramètres. On suppose que ces courbes ont K points (tangentes) fixes en commun avec une courbe *unicursale* Γ_p de degré (classe) p, K étant $\leq \frac{m(m+3)}{2} - (n-1)$; et de plus que ces K points (tangentes) comptent pour $(pm-n)$ dans l'ensemble des pm éléments communs à Γ_p et à une C_m quelconque, de sorte que $K = pm - n - \delta$, si, parmi ces K pivots (bases), il y en a δ qui sont des points (tangentes) doubles pour Γ_p, et, plus généralement, en posant $\delta = \frac{1}{2}\Sigma h(h-1)\delta_h$, s'il y en a δ_h qui sont multiples d'ordre h ($h = 2, 3, \ldots$) pour Γ_p. En outre, si $p - 3 < m$, on doit supposer qu'on ait $\frac{(p-1)(p-2)}{2} - \delta < n$, ou $p < \frac{3+\sqrt{8(n+\delta)+1}}{2}$.

Théorèmes généraux. — 1. Les n points (tangentes) mobiles que Γ_p et une C_m quelconque ont encore en commun et que définissent sur Γ_p les paramètres $t_1, t_2, \ldots, t_n$, engendrent en se déplaçant (en roulant) sur Γ_p, quand C_m varie, une *involution d'ordre n*. Un tel groupe de n éléments homologues — que nous désignerons à l'occasion par leurs paramètres t_i — sera dit former une *n-ade*.

2. Soient n autres courbes C_μ de degré (ou classe) μ, ayant en commun

$$\frac{\mu(\mu+3)}{2} - (n-1)$$

points (tangentes), dont K′ en commun avec Γ_p et comptant pour $(p\mu - n)$ dans l'intersection (dans l'ensemble des tangentes communes) avec Γ_p. Si chacune de ces n courbes

contient une n-ade de l'involution engendrée par les C_m, toute autre courbe de degré (classe) μ, qui possédera aussi une n-ade et qui aura $\frac{\mu(\mu+3)}{3} - n$ éléments en commun simultanément avec les n courbes C_μ, fera partie du système ponctuel (tangentiel) défini par ces n courbes, et par suite contiendra (touchera) également le dernier point (la dernière tangente) qu'elles ont toutes en commum.

3. Il y a n des courbes C_m, distinctes en général, qui ont avec Γ_p un contact d'ordre $(n-1)$, en dehors des éléments fixes communs. Les n points (tangentes) de contact, de paramètres $\theta_1, \ldots, \theta_n$ seront les *éléments n-uples* de l'involution (1). D'une manière générale, dans le système des courbes C_m, il y en a $(n-\lambda)$ qui, ayant avec Γ_p un contact d'ordre $(\lambda-1)$ en un point donné D (suivant une tangente D), ont encore par ailleurs avec Γ_p un autre élément de contact d'ordre $(n-\lambda-1)$, λ étant égal à 1, 2, ..., ou $(n-1)$; soient $\theta_1^{(\lambda)}, \theta_2^{(\lambda)}, \ldots, \theta_{n-\lambda}^{(\lambda)}$ les paramètres des $(n-\lambda)$ éléments de contact correspondants.

4. Si n est impair, les n éléments n-uples θ_i forment une n-ade. Donc en particulier, si les courbes C_m ont $\frac{m(m+3)}{2} - (n-1)$ éléments communs fixes, ceux-ci forment, avec les θ_i, un groupe de $\frac{m(m+3)}{2} + 1$ éléments qui appartiennent à une même courbe C_m. De même, lorsque $n-\lambda$ est impair, il y a une des courbes C_m qui ayant avec Γ_p un contact d'ordre $(\lambda-1)$ au point (suivant la tangente) D, contient encore les $(n-\lambda)$ éléments de contact $\theta_i^{(\lambda)}$.

5. Si l'on considère la courbe C_m qui, d'après 3 a un contact d'ordre $(n-2)$ avec Γ_p en un point donné (suivant une tangente donnée) D de paramètre t, l'élément restant E, commun à cette courbe C_m et à Γ_p, est l'*harmonique* de D par rapport aux n éléments n-uples θ_i, en entendant par là que son paramètre t' est relié à t par la relation

$$\frac{n}{t-t'} = \frac{1}{t-\theta_1} + \frac{1}{t-\theta_2} + \ldots + \frac{1}{t-\theta_n}.$$

De même, E sera l'harmonique de D par rapport aux $(n-\lambda)$ éléments de contact $\theta_i^{(\lambda)}$ du théorème 3, avec $\lambda = 1, 2, \ldots, (n-1)$.

6. Si n est impair, il existe en général un groupe et un seul de $\frac{n+1}{2}$ éléments *critiques* de l'involution, dont les homologues sont indéterminés. Si n est pair, à chaque élément de l'involution correspond un groupe bien déterminé de $\frac{n}{2}$ éléments tels que les $\left(\frac{n}{2}-1\right)$ homologues restants soient indéterminés.

---

(1) Plus généralement, si les points (tangentes) mobiles étaient au nombre de $\nu (> n)$, ces ν éléments homologues appartiendraient à la fois à $\nu - (n-1) = l$ involutions d'ordre ν. Il y aurait alors en général nl courbes C_m du système considéré ayant un contact d'ordre $(n-1)$ avec Γ_p. En particulier, pour $\nu = n$, on a $l = 1$; on retrouve le cas du texte.

III. De ces principes généraux découlent d'innombrables applications (¹). Bornons-nous ici à deux exemples très simples (le second relatif à l'espace) :

1° Une quartique à point triple a un contact du huitième ordre avec neuf des cubiques qui passent par ce point triple; celui-ci et les neuf points de contact sont sur une même cubique;

2° Une cubique gauche, ayant deux directions asymptotiques isotropes, est osculatrice à trois des sphères qui passent par un de ses points et par un autre point. Ces deux points fixes et les trois points d'osculation sont cinq points d'une même sphère.

— Nous ferons connaître ultérieurement une autre série de principes généraux qui sont relatifs aux intersections de courbes de degrés quelconques et qui étendent considérablement les théorèmes de Carnot et de Newton.

ANALYSIS SITUS. — *Sur les nombres de Betti des espaces de groupes clos.* Note (²) de M. **E. Cartan**.

On sait, d'après H. Weyl (³), que l'espace $\mathcal{E}$ représentatif des opérations d'un groupe G continu semi-simple clos d'ordre r est recouvert un nombre fini de fois par son espace simplement connexe de recouvrement $\mathcal{E}'$ (⁴); ce dernier est lui-même l'espace représentatif d'un groupe G′ infinitésimalement isomorphe à G. On sait d'autre part que dans $\mathcal{E}'$ toute variété fermée qui ne rencontre pas les variétés à r-3 dimensions lieux des transformations singulières du groupe est réductible à un point par déformation continue. De là résulte facilement que *les deux premiers nombres de Betti de $\mathcal{E}$ sont nuls*.

La manière même dont ce résultat est obtenu ne laisse pas espérer une généralisation possible en gardant le même point de vue. On peut chercher à aller plus loin en utilisant, avec H. Poincaré, les intégrales multiples de différentielles exactes définies dans l'espace $\mathcal{E}$ et admettant des périodes. On démontre facilement que, pour avoir toutes les intégrales de cette nature, il suffit de se borner au cas où l'élément différentiel est invariant

(¹) Ces théorèmes renferment notamment, comme cas extrêmement particulier, une très curieuse proposition de Steiner (*J. reine angew. Math.*, 32, 1846, p. 300), et ils en fournissent beaucoup d'autres analogues.

(²) Séance du 17 juillet 1928.

(³) H. Weyl, *Theorie der Darstellung kontinuierlicher halb-einfacher Gruppen durch lineare Transformationen* (*Math. Zeitsch.*, 24, 1925, p. 380-381).

(⁴) Voir, pour la détermination effective du groupe de connexion de $\mathcal{E}$, E. Cartan, *La géométrie des groupes simples* (*Annali di Matem.*, 4ᵉ série, 4, 1926-1927, p. 211-218).

par tous les déplacements de l'espace $\mathcal{E}$ (qui est, comme on sait, un espace de Riemann). Il suffit alors, étant donné le groupe linéaire adjoint Γ de G, opérant sur les variables $e_1, \ldots, e_r$, de construire toutes les formes extérieures en $e_1, \ldots, e_r$ invariantes par Γ, et d'y remplacer les e_i par les formes différentielles linéaires ω_i qui entrent dans le symbole $\sum_i \omega_i X_i f$ de la transformation infinitésimale $S_{\xi+d\xi} S_\xi^{-1}$ du groupe. *L'élément d'intégrale multiple ainsi obtenu est de lui-même une différentielle exacte.*

On trouve facilement qu'il n'y a aucune intégrale du premier ou du second ordre de cette nature, ce qui est d'accord avec la propriété des deux premiers nombres de Betti d'être nuls. Mais *il y en a toujours une du troisième ordre*. Si l'on choisit la base infinitésimale du groupe, ce qui est toujours possible de manière que les constantes de structure c_{ijk} forment un trivecteur ([1]), cette intégrale est $\int\int\int \sum_{i,j,k} c_{ijk}\omega_i\omega_j\omega_k$. Étendue à la variété fermée à trois dimensions représentative d'un sous-groupe simple à trois paramètres de G, elle a une valeur différente de zéro. *Le troisième nombre de Betti de l'espace d'un groupe semi-simple clos n'est donc jamais nul* ([2]).

Les intégrales de différentielles exactes de la forme générale indiquée ci-dessus peuvent être formées par voie purement algébrique; on peut même démontrer assez facilement que *leur nombre total, pour un groupe de rang l, est $2^l - 1$*. Aucune d'elles ne se déduit, par la formule de Stokes généralisée, d'une intégrale multiple d'ordre moindre d'une unité. Malheureusement, on ne pourrait en déduire avec certitude qu'elles admettent toutes au moins une période que si l'on avait démontré le théorème suivant ([3]).

THÉORÈME A. — *Si une intégrale de différentielle exacte d'ordre p, définie dans l'espace clos $\mathcal{E}$, est nulle pour tout domaine d'intégration fermé à p dimensions, elle résulte, par application de la formule de Stokes généralisée, d'une intégrale multiple d'ordre p-1 (définie et régulière dans tout l'espace).*

D'autre part, pour qu'on pût déduire du nombre des intégrales multiples considérées des conclusions précises sur les nombres de Betti de l'espace,

---

([1]) Cela signifie que, par une permutation impaire ou paire effectuée sur les indices, la constante c_{ijk} se reproduit avec ou sans changement de signe.

([2]) Ce nombre est au moins égal au nombre des sous-groupes invariants simples de G.

([3]) Il est bien connu que ce théorème et vrai *localement*; il est évident pour $p = 1$.

il faudrait être également certain du théorème suivant, vérifié dans la théorie des courbes algébriques.

THÉORÈME B. — *Si l'on considère h variétés fermées à p dimensions entre lesquelles n'existe aucune homologie, il existe h intégrales de différentielles exactes telles que le tableau carré des valeurs de ces intégrales étendues aux h variétés ait un déterminant différent de zéro.*

Si ces deux théorèmes étaient démontrés, la détermination des nombres de Betti d'un espace de groupe semi-simple clos serait ramenée à un problème d'algèbre parfaitement abordable [1]. Citons en particulier le cas du groupe unimodulaire d'une forme d'Hermite définie positive à n variables : les nombres de Betti de son espace représentatif seraient les coefficients du polynome

$$(t^3+1)(t^5+1)\ldots(t^{2n-1}+1).$$

Des considérations analogues seraient applicables aux espaces clos admettant un groupe continu transitif clos G de transformations (espace projectif complexe ponctuel, ou réglé, etc.). Mais il pourrait s'introduire dans certains cas des intégrales dont l'élément différentiel serait invariant par G sans qu'elles fussent des intégrales de différentielles exactes; elle ne seraient pas sans analogie avec les intégrales de différentielles *semi-exactes* introduites par F. Severi dans la théorie des surfaces algébriques [2].

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur une limite supérieure de la croissance du module maximum d'une fonction entière de genre fini.* Note de M. **Silvio Minetti.**

M. Lindelöf, dans son Mémoire *Sur la théorie des fonctions entières de genre fini* [3], a donné la proposition suivante :

Si les modules r_n des zéros d'une fonction entière de genre p, à partir d'un certain nombre d'entre eux, satisfont à la condition

$$r_n > [n(\log n)^{\alpha_1}(\log^2 n)^{\alpha_2}\ldots(\log^\nu n)^{\alpha_\nu}]^{\frac{1}{\rho}} \qquad (p<\rho<p+1),$$

---

[1] On aurait par cela même résolu le problème pour les groupes simples *ouverts* (E. Cartan, *Ann. Éc. Norm.*, 3e série, **44**, 1927, p. 347 et 377).

[2] F. Severi, *Sugl'integrali algebrici semplici e doppi* (*Rendic. Accad. Lincei*, 6e série, **7**[1], 1928, p. 1-8).

[3] Voir *Acta Societatis Scientiarum Fennicae*, **31**, 1903, p. 1, 79.

le module maximum $M(r)$, *pour* $|z| = r$, *de cette fonction vérifie l'inégalité*

$$M(r) < e^{A r^{\rho} (\log r)^{-\alpha_1} (\log^2 r)^{-\alpha_2} \dots (\log^{\nu} r)^{-\alpha_{\nu}}},$$

où A *est une constante positive.*

Il détermine ensuite la valeur de la constante A pour la fonction de genre zéro et un, et cela à l'aide des expressions asymptotiques de certains produits infinis.

Je donne ici une limite supérieure très précise de la constante A pour une valeur quelconque $p > 0$ du genre. Précisément :

Si le module r_n *du* $n^{\text{ième}}$ *zéro d'une fonction entière de genre* $p > 0$ *fini, à partir d'une certaine valeur de* n, *satisfait à l'inégalité*

$$r_n > \left[n (\log n)^{\alpha_1} (\log^2 n)^{\alpha_2} \dots (\log^{\nu} n)^{\alpha_{\nu}} \right]^{\frac{1}{\rho}}$$

et si ρ *n'est pas entier, en prenant arbitrairement* $\varepsilon > 0$, *on peut déterminer un nombre positif* R *tel que, pour* $r > R$, *on ait, pour le module maximum* $M(r)$ *de la fonction*

$$(1) \qquad M(r) < e^{(1+\varepsilon) \left[\frac{(p+1)\rho^{-\alpha_1+1}}{p(\rho-p)} + \frac{p\rho^{-\alpha_1+1}}{(p+1)(p+1-\rho)} \right] r^{\rho} (\log r)^{-\alpha_1} (\log^2 r)^{-\alpha_2} \dots (\log^{\nu} r)^{-\alpha_{\nu}}},$$

si $\sum \frac{1}{r_n^{\rho}}$ *est divergente, et*

$$(2) \qquad M(r) < e^{(1+\varepsilon) \frac{(p+1)}{p} \frac{\rho^{-\alpha_1+1}}{(\rho-p)} r^{\rho} (\log r)^{-\alpha_1} (\log^2 r)^{-\alpha_2} \dots (\log^{\nu} r)^{-\alpha_{\nu}}},$$

si $\sum \frac{1}{r_n^{\rho}}$ *est convergente.*

Et, comme ρ est l'ordre réel de la fonction, on peut dire aussi que les inégalités (1) et (2) ont lieu respectivement suivant que ρ est l'ordre par défaut ou par excès.

Je démontre cette proposition à l'aide de certaines inégalités établies par M. Blumenthal, et en décomposant la fonction entière donnée

$$f(x) = e^{P(x)} \prod_{1}^{\infty} E\left(\frac{x}{a_n}, p\right)$$

en cinq produits partiels.

MOTEURS A EXPLOSION. — *L'influence du plomb tétréthyle sur la déflagration des mélanges carburés gazeux.* Note [1] de M. R. **Duchêne**, présentée par M. Cotton.

Les études que nous poursuivons sur la déflagration des mélanges carburés (*Comptes rendus*, 186, 1928, p. 220), nous ont fourni l'occasion d'examiner l'action du plomb tétréthyle et d'observer des faits qui peuvent contribuer à éclaircir le problème si complexe du mécanisme des actions antidétonantes. Certains de ces résultats ont d'ailleurs été succinctement signalés à la fin de la Note susvisée.

Il ne semble guère douteux que l'action antidétonante intense exercée dans les moteurs, par l'adjonction au carburant de doses de plomb tétréthyle *extrêmement faibles*, doive s'expliquer par la concentration progressive de ce corps dans les gouttelettes du brouillard émis par les gicleurs.

Ceci n'est pas incompatible toutefois avec l'existence possible d'une action de l'antidétonant en milieu gazeux homogène, qui pourrait alors exiger des pourcentages globaux beaucoup plus élevés pour donner des effets sensibles. Cette dernière influence semble nettement mise en évidence par l'enregistrement photographique sur film en translation rapide de la déflagration après allumage par étincelle dont il est ici question [2].

Le dispositif expérimental est celui que nous avons déjà décrit. La combustion s'effectue dans un tube fermé de 23^{mm},5 de diamètre et de 109^{mm} de longueur dans lequel un mélange gazeux homogène est comprimé adiabatiquement au taux de compression volumétrique de 4-4. La mise de feu se fait automatiquement par l'étincelle électrique, en fin de compression. La charge est de l'air mélangé d'hexane à la température initiale de 80°; cette température et les précautions prises pour préparer le mélange, permettent de considérer comme hors de discussion qu'il est complètement gazeux et

---

(1) Séance du 17 juillet 1928.

(2) Nous pensons qu'il est utile de rappeler ici les résultats de recherches entreprises dans le même but. La première indication obtenue a été l'absence d'influence sensible sur la température d'inflammabilité adiabatique (Pignot, *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 376). Elle a conduit à conclure que, si une influence existe, elle se fait sentir sur l'évolution de la combustion après inflammation (Aubert, Pignot et Villey, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1111). Des confirmations nettes en ont été fournies par l'étude de la vitesse de variation de la pression adiabatique (Aubert, Dumanois et Pignot, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1298).

homogène. Les proportions d'hexane utilisées correspondent d'ailleurs à des pressions partielles trop inférieures à la tension maxima pour qu'il se produise une recondensation par compression adiabatique.

Nous avons observé les résultats suivants :

a. Avec 8,4 pour 100 (en masse) d'hexane, on obtient un enregistrement photographique très marqué, avec une vitesse de front d'inflammation de l'ordre de 10^m par seconde.

b. Avec 10,1 pour 100 l'enregistrement est très pâle; on peut néanmoins distinguer une ligne de propagation sensiblement identique à la ligne de front d'inflammation précédente.

c. Avec 12,8 pour 100 on n'a plus aucun noircissement décelable sur le film et aucune trace de propagation.

Dans ces trois essais les effets mécaniques de l'explosion ont sensiblement la même intensité mais les colorations des lueurs émises semblent à l'œil, varier du jaune au violet.

Nous avons renouvelé les essais avec de l'hexane additionné de 5 pour 100 de plomb tétréthyle :

L'essai *b'* donne des noirs aussi marqués que l'essai *a*.

L'essai *c'* donne une propagation pâle analogue à celle de l'essai *b*.

Le résultat *c* manifeste une combustion où la proportion des radiations photographiquement actives et susceptibles de traverser l'objectif de verre utilisé, est devenue très faible. Comme il est vraisemblable qu'il y a là propagation détonante, le passage du résultat *c* au résultat *c'* semble bien mettre expérimentalement en évidence, l'*action antidétonante du plomb tétréthyle en milieu gazeux homogène*.

Le passage du résultat *b* au résultat *b'* indique de plus par le critérium direct de la nature de la lumière, une modification de l'évolution chimique de la réaction dans le cas de la déflagration. C'est d'ailleurs cette même conclusion que l'on peut tirer de la série d'essais mentionnés à la fin de notre précédente Note.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Images de la chromosphère solaire obtenues au spectrohéliographe avec la raie infrarouge du calcium ionisé,* λ 8542. Note [1] de M. **L. d'Azambuja**, présentée par M. H. Deslandres.

Grâce à l'emploi de plaques sensibles à l'infrarouge, récemment mises

(1) Séance du 2 juillet 1928.

dans le commerce par la maison Eastman Kodak, j'ai pu obtenir, avec le spectrohéliographe double, à trois fentes, organisé par M. Deslandres à Meudon en 1909 (¹), d'assez bonnes images de la chromosphère solaire, en isolant la raie du calcium ionisé $\lambda 8542^{\text{Å}}$. Cette raie est la plus importante du groupe dont les composantes sont respectivement à 8498, 8542 et 8662.

La dispersion à la deuxième fente de l'instrument ou fente sélectrice, donnée par un réseau de Rowland (spectre de premier ordre) et une chambre de 7^{m}, est, pour la région étudiée, d'environ $1^{\text{Å}},7$ par millimètre; elle est sensiblement égale à celle du spectrohéliographe qui, à Meudon, enregistre quotidiennement les images K_2 et K_3. Cette circonstance a rendu les comparaisons plus aisées. La lumière parasite, provenant de la superposition des spectres et de la diffusion sur les pièces optiques, est à peu près complètement éliminée par le second spectrographe, entre la deuxième fente et la troisième.

La raie infrarouge ne montre pas le double renversement brillant si bien visible dans les raies violettes H et K. Sur les régions non perturbées du disque solaire, elle offre une partie centrale sombre, large de $0^{\text{Å}},50$ environ, bordée d'ailes peu marquées, assez semblables aux ailes des raies de l'hydrogène. Sur les facules, un renforcement diffus, qui ne paraît pas séparable en composantes, occupe toute la largeur de la partie centrale et se prolonge, sans discontinuité apparente, dans les ailes, où son éclat se confond rapidement avec celui du spectre continu voisin. Au bord, la raie présente l'aspect en fer de lance, habituel aux raies de niveaux élevés. Elle se prolonge faiblement sur les protubérances (²).

Les images du disque solaire ont été faites, en général, avec une fente sélectrice large de $0^{mm},10$ ou $0^{\text{Å}},17$. Elles ont exigé, d'un bord à l'autre, des poses de une heure et demie.

La fente étant placée au centre de la raie, *ces images offrent une très grande analogie avec les images* K_3. *Les plages faculaires brillantes et les*

(¹) H. Deslandres, *Sur une solution générale du spectrohéliographe* (*Comptes rendus*, **148**, 1909, p. 968).

(²) Ce fait a été reconnu en 1920 par K. Burns (*Lick Observatory Bulletin*, **327**, 1920, p. 67).

J'ai pu, en remplaçant le réseau par les prismes et avec une seconde fente de $2^{\text{Å}}$, obtenir une faible image des protubérances. La structure de celles-ci paraissait semblable à celle des protubérances de calcium (K) ou d'hydrogène (H_α), observées à quelques heures d'intervalle.

filaments sombres ou « absorption markings », qui caractérisent celles-ci, s'y montrent avec netteté.

A des distances croissantes du centre de la raie, l'éclat relatif des plages diminue graduellement, comme on pouvait d'ailleurs s'y attendre d'après l'aspect de la raie. Les filaments sont encore visibles à 0Å,20 du centre. A la même distance, ils sont à peu près effacés sur les images données par la raie K.

Presque tous les clichés obtenus sont faibles, et je n'ai pu discerner si, aux lisières de la partie centrale (0Å,20), le réseau de flocculi du type K_3 n'apparaissait pas mélangé à une granulation particulière, analogue à celle que j'ai reconnue l'année dernière dans les images de la couche renversante [1]. Cette question pourra probablement être éclaircie par l'emploi d'une image solaire plus petite à la troisième fente, permettant une concentration de lumière plus forte.

D'après les mesures de C. Davidson [2], le niveau effectif de la raie infrarouge, pour le spectrohéliographe, est sensiblement inférieur au niveau des raies violettes. Il sera intéressant de vérifier si les images nouvelles, à peu près identiques à première vue, à celles de la vapeur élevée K_3, ne présentent pas également une analogie de structure avec les vapeurs basses de la couche renversante.

GÉODÉSIE. — *Déterminations de positions astronomiques au moyen de l'astrolabe à prisme*. Note [3] de M. **Louis Pirot**, présentée par M. P. Helbronner.

Le *Lamotte-Picquet* bâtiment Amiral de la 1re Escadre Légère ayant été pourvu par le Service hydrographique de la Marine d'un astrolabe à prisme, l'instrument a été utilisé à la détermination des positions astronomiques de la plupart des points de relâche du bâtiment au cours des croisières de 1927.

I. *Conditions générales des observations*. — L'instrument employé est l'astrolabe à prisme Claude et Driencourt, modèle géodésique de Jobin. La presque totalité des observations ont été exécutées par une équipe à la tête de laquelle était placé comme observateur le lieutenant de vaisseau Perzo.

---

(1) L. d'Azambuja, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 637.

(2) C. Davidson, *Monthly Notices of the R. A. S.*, 87, 1927, p. 350.

(3) Séance du 17 juillet 1928.

Tous les calculs et réductions ont été faits par nous-même avec uniformité complète en ce qui concerne les méthodes de calcul et les éléments puisés dans les éphémérides. Le compteur de temps moyen servant aux observations était comparé à deux chronomètres de temps moyen. Ces chronomètres étaient eux-mêmes réglés par les signaux rythmés de la Tour Eiffel pris dans la très grande majorité des cas de part et d'autre et le plus près possible de la séance d'observations.

II. *Positions astronomiques déterminées.* — Nous donnons ci-dessous, pour chacune des stations, les résultats des observations à l'astrolabe, exprimés sous la forme de coordonnées x et y, suivant le parallèle et le méridien, du zénith astronomique de la station par rapport à la position géodésique, avec, pour chaque coordonnée, l'erreur moyenne de la moyenne des déterminations y afférentes, ex et ey.

A. *Saint-Vincent du Cap Vert.* — Trois séances d'observations les 16 et 17 juin et 12 septembre 1927. En tout 57 étoiles. Par rapport à la position géodésique relevée sur le plan n° 3477 du Service hydrographique de la Marine, il a été trouvé :

$$x = +18'',94, \quad y = +5'',26, \quad ex = \pm 0'',37, \quad ey = \pm 0'',38$$

[date moyenne 1927,606 (10 août)].

B. *Basse-Terre* (Guadeloupe). — 25 juin 1927. 23 étoiles.

Par rapport à la position géodésique relevée sur la carte n° 3127,

$$x = -13'',44, \quad y = -14'',78, \quad ex = \pm 0'',68, \quad ey = \pm 0'',58.$$

C. *Les Saintes.* — Deux séances d'observations les 29 et 30 juin 1927. Au total 25 étoiles. Par rapport à la position géodésique relevée sur le plan n° 3129 du Service hydrographique de la Marine, il a été trouvé

$$x = -43'',86; \quad y = -5'',90; \quad ex = \pm 0'',35; \quad ey = \pm 0'',45.$$

Cette erreur considérable en longitude paraît imputable au seul plan 3129. Si en effet on déduit la position géodésique de celle donnée par la carte n° 3127 pour le mât de signaux du port de Basse-Terre, on trouve

$$x = -4'',50; \quad y = -6'',90.$$

D. *Fort-de-France* (Martinique). — Deux séances, les 5 et 7 juillet 1927. Au total 24 étoiles. Position géodésique relevée sur le plan n° 3782. Corrections :

$$x = +5'',70; \quad y = -8'',94; \quad ex = \pm 0'',7; \quad ey = \pm 0'',6.$$

E. *Port d'Espagne* (Ile de la Trinidad). — 10 juillet 1927. 30 étoiles. Position géodésique relevée sur le plan n° 1671. Corrections :

$$x = +30'',49; \quad y = -0'',12; \quad ex = \pm 0'',42; \quad ey = \pm 0'',41.$$

Une détermination télégraphique de la longitude effectuée en 1876, par

le lieutenant-commander Green, de la Marine américaine avait donné

$$x = 29'',80.$$

F. *Cayenne* (Guyane). — 14 juillet 1927. 51 étoiles. Position géodésique relevée sur la carte n° 2386. Corrections :

$$x = +14'',98; \quad y = -0'',95; \quad ex = \pm 0'',36, \quad ey = \pm 0'',40.$$

G. *Ilôts Abrolhos* (côte du Brésil). — Faites dans les conditions de temps les plus déplorables et avec une table de calage hâtivement préparée, les observations de la soirée du 26 juillet 1927 près du phare des Abrolhos ont donné des résultats de peu de précision. Ces résultats pourront d'ailleurs être amendés car sur les 22 étoiles observées, 6 seulement ont pu être calculées, les 16 autres ne figurent pas au Catalogue de Bossert, seul document alors à notre disposition. Nous donnons ci-dessous comme première approximation les résultats ainsi obtenus qui, malgré leur faible précision, font ressortir une forte erreur en longitude.

Par rapport à la position relevée sur le plan n° 1996, les corrections trouvées sont

$$x = -29'',00; \quad y = +11'',0; \quad ex = \pm 2'',10; \quad ey = \pm 2'',70.$$

H. *Pernambouc* (Brésil). — Observations les 6 et 7 septembre 1927. 27 étoiles en tout. Position géodésique relevée sur le plan n° 4275. Corrections :

$$x = -2'',22; \quad y = -0'',62; \quad ex = \pm 0'',50; \quad ey = +0'',65.$$

III. *Déviation de la verticale à Basse-Terre* (Guadeloupe). — Nous avons pu avoir une bonne détermination de la déviation de la verticale à Basse-Terre dans les conditions suivantes :

Nos observations à l'astrolabe ont donné comme position astronomique du mât de signaux du port de Basse-Terre

$$L_a = 15°59'35'',2\,\text{N}, \quad G_a = 64°04'36'',7\ \text{W. Paris.}$$

D'autre part, nous avons observé aux Saintes et déterminé avec une bonne précision la position de l'église du bourg des Saintes. Les conditions orographiques permettant d'escompter en ce dernier point une déviation locale peu importante de la verticale, si, nous servant de la triangulation de la carte n° 3127, nous rapportons à la position de l'église des Saintes celle du mât de signaux de Basse-Terre, nous obtenons comme coordonnées géodésiques de ce point

$$L_g = 15°59'41'',1\,\text{N}, \quad G_g = 64°04'30'',4\ \text{W Paris.}$$

Par comparaison des coordonnées on obtient donc

$$X = -6'',1 \quad Y = -5'',9,$$

ce qui donne une déviation de la verticale de 8″,5 vers le NE, soit exactement dans la direction du centre de gravité du massif volcanique de la Soufrière qui domine Basse-Terre. Nos études antérieures sur la déviation de la verticale permettent également de considérer la valeur de 8″,5 comme satisfaisante eu égard à l'importance du massif orographique en cause.

PHYSIQUE. — *Action de mélange des sels sur le cuivre*. Note [1] de M. A. **Launert** [2], transmise par M. H. Le Chatelier.

L'action des sels sur les métaux : changements de résistivité et de densité, etc., peuvent être expliqués par l'absorption des vapeurs des sels.

Afin de vérifier cette hypothèse, nous avons chauffé des baguettes de cuivre dans des divers mélanges des sels. A des températures égales les pressions des vapeurs sublimées dépendent des proportions relatives des sels dans le mélange.

Nous avons employé les mélanges des sels suivants :

$$KCl - S^2Cl^2, \quad KCl - BaCl^2 \quad \text{et} \quad S^2Cl^2 - BaCl^2.$$

Les données thermiques concernant ces mélanges sont citées dans les *Tables Annuelles des Constantes*, 4, p. 190 et 186.

Les expériences ont été faites de la même manière que celles de M. Peczalski [3].

Les diamètres des baguettes chauffées étaient de $3^{cm},55$ et leurs longueurs de 20^{cm} environ. Les baguettes étaient mises dans des tubes de fer de 50^{cm} de longueur et puis dans le four électrique de 30^{cm} de longueur. Il y avait à la fois dans le four sept de ces tubes et un couple thermo-électrique. Les tubes étaient remplis soit de sels purs, soit de mélanges binaires; avec les longs tubes de fer complètement remplis de sels pulvérisés et bien desséchés, nous avons évité l'oxydation des baguettes. Les températures de chauffage ont toujours été inférieures aux points eutectiques des mélanges salins. Nous avons mesuré la résistivité ρ et le diamètre d des baguettes, la température de chauffage t et la durée du chauffage τ en minutes.

---

(1) Séance du 17 juillet 1928.

(2) Voir J. Peczalski et A. Launert, *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 1962, et **179**, 1924, p. 887. — J. Peczalski, *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 516.

(3) *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 1813.

Série I. — *Mélanges des sels* KCl-SrCl².

$d_0 = 3,55$; $\rho_0 . 10^3 = 16,60$; $\tau = 40$; $t = 530$.

Proportion des sels. KCl.....	100	75	53,3	48,5	37,4	19	0
SrCl²...	0	25	46,5	51,5	62,6	81	100
d........	3,615	3,625	3,629	3,653	3,623	3,658	3,611
$\rho . 10^3$....	17,54	17,75	17,81	18,20	17,73	18,26	17,52

Série II.

$d_0 = 3,55$; $\rho_0 . 10^3 = 16,60$; $\tau = 40$; $t = 550$.

Proportion des sels. KCl.....	100	75	53,5	48,5	37,4	19	0
SrCl²...	0	25	46,5	51,5	62,6	81	100
d........	3,64	3,664	3,687	3,655	3,679	3,652	3,649
$\rho . 10^3$....	17,96	18,32	18,58	18,18	18,65	18,18	18,10

Série III. — *Mélanges des sels* KCl-BaCl².

$d_0 = 3,55$; $\rho_0 . 10^3 = 16,60$; $\tau = 14$; $t = 625$.

Proportion des sels. KCl.....	100	75	51,8	41,7	30,4	15	0
BaCl²...	0	25	48,2	58,3	69,6	85	100
d........	3,642	3,636	3,632	3,638	3,633	3,597	3,595
$\rho . 10^3$....	18,09	17,98	17,90	17,96	17,93	17,29	17,27

Série IV. — *Mélanges des sels* SrCl²-BaCl².

$d_0 = 3,55$; $\rho_0 . 10^3 = 16,60$; $\tau = 7$; $t = 725$.

Proportion des sels. SrCl²...	100	80	58,57	40	80	0
BaCl²...	0	20	41,42	60	20	100
d...........	3,679	3,683	3,679	3,686	3,674	3,656
$\rho . 10^3$........	19,01	19,13	19,13	19,03	18,75	18,60

Dans les séries I, II, III, les chiffres donnés sont des moyennes de trois mesures; dans la série IV des moyennes de deux mesures.

De ces expériences nous concluons que l'action des mélanges des sels sur le cuivre permet de découvrir les combinaisons chimiques entre les sels et leurs points eutectiques.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *Les phénomènes de propagation des ondes radiotélégraphiques.* Note [1] de M. **R. Jouaust**, présentée par M. G. Ferrié.

On ne saurait douter aujourd'hui que les grandes portées réalisées par les ondes radiotélégraphiques en particulier par celles inférieures à 100^m sont dues à des propriétés particulières de la haute atmosphère, mais le mécanisme de la propagation de ces ondes est encore mal connu. On admet l'existence dans la partie supérieure de la stratosphère d'une couche fortement ionisée qui renverrait vers le sol les ondes rayonnées dans l'espace par une réflexion ou plus exactement par une réfraction, c'est-à-dire par un phénomène du même genre que le mirage.

Mais cette explication ne rend pas compte de divers faits observés. Les ondes réfractées ne pourraient revenir au sol qu'à une distance assez éloignée du transmetteur et l'on a pu constater en produisant des signaux brefs l'existence d'échos, existence qui se manifeste déjà à quelques kilomètres du poste émetteur. Ces échos parfois multiples semblent provenir d'une altitude de 200 à 400^{km}, altitude qui varie souvent en quelques instants. Enfin la théorie de la réfraction nécessite une certaine homogénéité de la haute atmosphère et les divers auteurs qui ont cherché à la traiter mathématiquement ont dû admettre pour la densité ionique (nombre d'électrons par unité de volume) une loi de variation régulière en fonction de l'altitude.

Cette dernière hypothèse paraît peu vraisemblable. Les relations entre l'activité solaire et l'état magnétique terrestre semblent bien indiquer, comme l'ont montré tout récemment encore les travaux de Maurain, que les variations des constantes magnétiques sont dues à une ionisation à grande altitude provoquée par des particules émanées du soleil, les mêmes dont l'arrivée dans notre atmosphère se manifeste souvent par des aurores.

Le fait que les échos semblent provenir d'une hauteur qui correspond à celle des aurores, que d'autre part la raie verte caractéristique des aurores est visible sous toutes les latitudes, conduit à supposer que ce sont ces mêmes causes d'ionisation qui interviennent dans la propagation des ondes.

Cette émission de particules électrisées par le soleil présente évidemment le même caractère de discontinuité que l'émission d'électrons par les corps

---

(1) Séance du 17 juillet 1928.

incandescents (effet Schottky). Il est donc probable que la densité ionique de la haute atmosphère présente d'importantes fluctuations et qu'on doit considérer que les couches élevées de la stratosphère contiennent des nuages d'électrons dont les dimensions sont du même ordre que celles des ondes radiotélégraphiques.

Ces nuages électroniques seraient donc capables de diffuser les ondes dans toutes les directions.

Sans prétendre qu'il faille chercher à expliquer par la diffusion tous les faits observés en radiotélégraphie, nous voulions attirer l'attention sur un phénomène qui est susceptible de jouer un rôle important et qui, à notre connaissance, a été complètement négligé par tous les physiciens qui se sont occupés de la question.

OSCILLATIONS ÉLECTRIQUES. — *Stabilisation des oscillations de relation.* Note [1] de MM. **F. Bedeau** et **J. de Mare**, présentée par M. Ch. Fabry.

On sait que lorsqu'on monte en série une pile, une résistance et une capacité, cette dernière se charge suivant une loi exponentielle et qu'au bout d'un temps théoriquement infini la différence de potentiel aux bornes de la capacité est égale à la force électromotrice E de la pile. Il est bien connu encore que si l'on monte en parallèle aux bornes de la capacité une lampe comportant deux électrodes dans une atmosphère de néon, celle-ci s'allume si la tension V aux bornes atteint une certaine valeur V_1 et qu'elle ne s'éteint que pour une tension V_2 inférieure à V_1. Si par conséquent E est plus grand que V_1, la lampe s'allumera périodiquement. Van der Pol a donné le nom d'oscillations de relaxation aux oscillations qui se produisent dans le circuit et il a fait remarquer dans une conférence récente que la période de telles oscillations n'était pas très constante. Nous nous sommes proposé de stabiliser de ces oscillations au moyen d'un diapason et de mesurer ensuite la fréquence du diapason.

Nous utilisons un diapason entretenu électriquement et monté comme il a été indiqué dans une Note précédente [2].

Avec un tel montage, on obtient dans le circuit de plaque de la dernière triode un courant I de période T égale à celle du diapason et représenté en fonction du temps par une courbe en « grecques ». Pour fixer les idées,

---

(1) Séance du 17 juillet 1928.

(2) F. Bedeau et J. de Mare, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1161.

nous poserons que $T = 10^{-3}$ seconde. Soit alors un circuit comprenant une pile de force électromotrice E, une résistance R, une capacité C, aux bornes de laquelle est branchée une lampe à néon s'allumant pour une tension $V_1 < E$. Intercalons encore dans ce circuit le secondaire d'un transformateur dont le primaire est traversé par le courant I. Choisissons R et C de telle sorte que la période Θ de l'oscillation de relaxation soit légèrement supérieure à 10^{-2} seconde. En l'absence du courant I et au bout d'un temps 10 T, la tension aux bornes de la lampe à néon serait $V'_1 < V_1$; la lampe ne s'allumerait pas. Mais à l'heure 10 T, le courant I produit une impulsion dans le circuit comprenant R et C, la tension monte à V_1 ; la lampe s'allume et s'éteint immédiatement. On obtiendra donc une série « d'éclairs » se succédant à des intervalles de temps égaux à 10 T, c'est-à-dire à 10^{-2} seconde.

En fait nous avons utilisé simultanément trois circuits produisant des oscillations de relaxation ; le premier, celui dont nous avons parlé a sa fréquence stabilisée par le courant du diapason ; il stabilise à son tour la fréquence d'un deuxième circuit de période $\Theta' = 10^2 T = 10^{-1}$ seconde. Ce deuxième circuit stabilise enfin la fréquence d'un troisième circuit de période $\Theta'' = 10^3 T = 1$ seconde.

En définitive, on obtient simultanément avec les trois lampes, trois groupes « d'éclairs » se produisant à des intervalles de temps 10^{-2}, 10^{-1} et 1 seconde.

On observe alors stroboscopiquement des diapasons vibrant librement avec des périodes égales à 10^{-2} et 10^{-1} seconde. On peut ainsi contrôler la fréquence du diapason entretenu électriquement.

On pourra vraisemblablement, au moyen de la dernière lampe à néon s'allumant à la fréquence 1, comparer cette fréquence à celle d'une horloge.

Si la fréquence du diapason entretenu électriquement est exactement connue, on pourra en déduire, ainsi qu'il a été dit dans la Note citée précédemment, les fréquences utilisées en radiotélégraphie.

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre d'absorption de l'oxyde azotique.* Note de M. **Maurice Lambrey**, présentée par M. Ch. Fabry.

Les courbes publiées dans cette Note représentent en fonction de la longueur d'onde λ le coefficient d'absorption α de l'oxyde azotique gazeux NO, ce coefficient étant défini comme la densité optique d'une couche de 1^{cm}

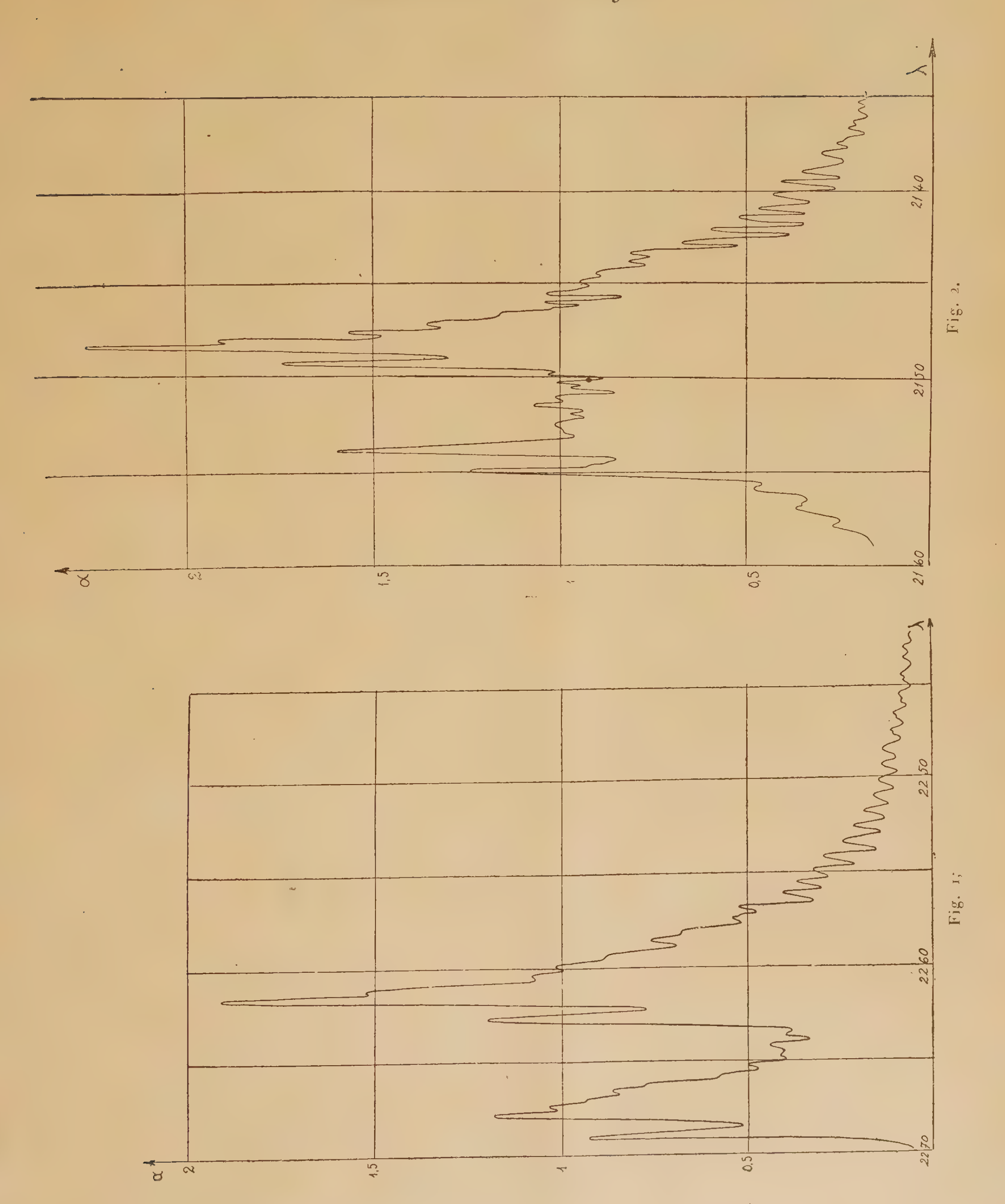


Fig. 2.

Fig. 1.

d'épaisseur de gaz pur dans les conditions normales. Les mesures ont été faites avec un tube de longueur 20^{cm}, la pression du gaz variant entre 8 et 40^{mm} de mercure.

Les ordonnées des maxima principaux de la courbe paraissent déterminées avec une erreur inférieure à 3 pour 100, mais les faibles valeurs de α sont beaucoup moins bien déterminées.

L'examen de l'intensité relative des raies composantes des deux doublets d'absorption figurés ci-dessus m'a conduit à retoucher les formules déjà publiées pour les représenter [1]. Les nouvelles formules sont les suivantes :

Doublet 2267,85 ; 2261,5 (*fig.* 1). — Première composante :

$$\nu = 44082 + 10{,}7\,N + 2{,}3\,N^2,$$
$$\nu = 44077 + 2{,}3\,N^2;$$

Deuxième composante :

$$\nu = 44196{,}5 + 9{,}12\,N + 2{,}76\,N^2,$$
$$\nu = 44200 + 2{,}76\,N^2.$$

Doublet 2153,75 ; 2148,15 (*fig.* 2). — Première composante :

$$\nu = 46419 + 10{,}2\,N + 2{,}1\,N^2,$$
$$\nu = 46413{,}5 + 2{,}1\,N^2;$$

Deuxième composante :

$$\nu = 46536 + 8{,}72\,N + 2{,}56\,N^2,$$
$$\nu = 46531{,}5 + 2{,}56\,N^2.$$

On peut remarquer que l'état initial de la molécule NO est le même lors de l'absorption des deux doublets étudiés.

SPECTROSCOPIE. — *Polarisation des radiations de résonance du cadmium.* Note de M. **Paul Soleillet**, présentée par M. Jean Perrin.

L'atome de cadmium possède dans l'ultraviolet ordinaire deux radiations de résonance :

$$(1\,{}^1S_0 - 2\,{}^3P_1) \quad \lambda = 3261\,\text{Å}$$

et

$$(1\,{}^1S_0 - 2\,{}^1P_1) \quad \lambda = 2288\,\text{Å}.$$

(1) Lambrey, *Comptes rendus*, 186, 1927, p. 1112.

Dans une Note antérieure [1] j'ai publié quelques résultats provisoires sur la polarisation de la première de ces radiations émises par résonance de la vapeur de cadmium et sur l'influence des champs magnétiques faibles sur cette polarisation.

Les expériences déjà décrites ont été reprises avec les quelques modifications suivantes :

1° Le tube de résonance est, non pas scellé, mais en communication constante avec la pompe à vide.

2° La lumière excitatrice n'est pas polarisée.

3° Dans la recherche du résultat en champ magnétique nul, on laisse subsister un champ dans la direction du faisceau excitateur : cette composante est inactive et rend négligeables les défauts de compensation dans les autres directions.

Voici les résultats obtenus :

1° Si le champ est nul ou dirigé suivant la direction du faisceau excitateur, la polarisation maxima observée p_0 est de 85 pour 100. Ce nombre correspond, dans le cas d'un faisceau excitateur polarisé (plan de polarisation horizontal) et d'un champ nul, à une polarisation p_0 égale à 92 pour 100. On doit avoir en effet entre p_0 et p la relation théorique

$$\frac{1}{p_0} = \frac{2}{p} - 1.$$

La différence entre cette valeur de p et celle publiée antérieurement paraît due à l'influence des impuretés contenues dans le tube scellé utilisé alors. Ce nouveau résultat se rapproche fort de la valeur théorique 100 pour 100.

2° Si le champ est dans la direction de l'observation, le plan de polarisation ne demeure pas horizontal. On a mesuré la quantité

$$p'_0 = \frac{\mu - \nu}{\mu + \nu},$$

μ étant l'intensité de la composante verticale de la vibration observée et ν celle de sa composante horizontale.

$H = 0,014$ gauss,	$p'_0 = 55$ pour 100,
$H = 0,028$ »	$p'_0 = 27$ »
$H = 0,056$ »	$p'_0 = 7$ »

---

[1] *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 198.

Ces nombres concordent sauf le dernier un peu trop faible avec ceux donnés par la formule théorique

$$p'_0 = \frac{p_0}{1 + 4K^2H^2},$$

KH représente l'angle moyen dont a tourné l'atome pendant la durée de son excitation du fait de l'existence de la rotation de Larmor. Si l'on admet celle-ci être les $\frac{3}{2}$ de la rotation classique comme l'exige l'effet Zeeman, K est lié à la durée moyenne τ de vie de l'atome dans l'état $2\,{}^3P_1$ par la relation

$$K = \frac{3}{2}\frac{e}{2m}\tau.$$

On obtient ainsi pour τ la valeur $\tau = 2.10^{-6}$. Cette orbite est donc beaucoup plus stable que l'orbite correspondante de l'atome de mercure.

J'ai pu également étudier la polarisation de la radiation $\lambda = 2288$ Å émise par résonance dans les mêmes conditions.

Voici des résultats provisoires.

1° Dans un champ nul ou dirigé suivant la direction du faisceau excitateur de polarisation p_0 égale 60 pour 100, ce qui correspond à p égal à 75 pour 100. Le champ a été poussé à 75 gauss.

2° Si le champ est dans la direction de l'observation, on note une diminution brusque suivie d'une diminution très lente :

$0,03 < H < 1$	gauss,	$p'_0 = 49$	pour 100,
$H = 25$	»	$p'_0 = 43$	»
$H = 50$	»	$p'_0 = 38$	»
$H = 100$	»	$p'_0 = 31$	»

Ces résultats font songer à l'interprétation suivante. Le niveau $2\,{}^1P_1$ aurait une structure hyperfine au moins double. L'une des orbites relativement stable aurait une durée de vie supérieure à 10^{-6}. L'autre instable aurait une durée de vie de l'ordre de 10^{-9}. Cette hypothèse ne permet d'ailleurs pas l'interprétation complète de la courbe.

Quoi qu'il en soit, les faits observés semblent indiquer des différences profondes entre les caractères de stabilité des deux niveaux étudiés de l'atome de cadmium.

PHYSIQUE. — *Existence, pour un cristal uniaxe, de deux pouvoirs rotatoires magnétiques différents suivant l'axe et suivant une normale à l'axe.* Note (¹) de M. **Jean Becquerel**, transmise par M. Pierre Weiss.

Le pouvoir rotatoire magnétique d'un cristal uniaxe suivant des directions obliques sur l'axe n'a pas été jusqu'à présent l'objet de recherches approfondies, parce que la rotation est généralement masquée par la biréfringence. J'ai choisi pour cette étude la *tysonite*, car ce minéral présente un grand pouvoir rotatoire magnétique en même temps qu'une faible biréfringence $\left(n_0 = 1{,}6168;\ n_e = 1{,}6095,\ \text{pour}\ \lambda = 5350\ \text{Å}\right)$ (²).

Une lame de tysonite, d'épaisseur $e = 1^{mm},866$, normale à l'axe, est disposée entre les pôles d'un petit électro-aimant Weiss, et peut tourner autour d'un axe vertical parallèle à ses faces. Le vecteur électrique de l'onde incidente est vertical. L'analyseur est un appareil à pénombre (nicol coupé). La lumière employée est la radiation verte du mercure (5460,7 Å).

Les expériences ont été faites à la température ambiante, et les mesures ramenées à une même température de 293° K. [le pouvoir rotatoire de ce cristal, de sens négatif, est d'origine paramagnétique (³), et varie sensiblement en raison inverse de la température absolue]. L'azimut du grand axe de la lumière elliptique a été déterminé pour diverses orientations de l'axe optique OA et du champ H : ces orientations ont varié dans les limites indiquées sur la figure 1. L'intensité du champ était 24830 gauss.

Le cristal étant peu biréfringent, il est permis de considérer comme confondues les normales aux ondes à l'intérieur du cristal.

Si le pouvoir rotatoire était le même dans toutes les directions, l'annulation de l'effet du champ magnétique s'obtiendrait toujours pour une direction du rayon réfracté OR normale au champ : or l'expérience prouve qu'il n'en est pas ainsi, sauf quand le rayon traverse le cristal suivant l'axe optique. Par exemple, le calcul montre que pour deux directions du champ faisant entre elles un angle de 5°, l'angle des deux directions de l'axe pour

(¹) Séance du 17 juillet 1928.

(²) Les indices ont été mesurés par M. Gaubert.

(³) Jean Becquerel, *Le Radium*, 5, 1908, p. 16 et 17. — Jean Becquerel et W.-J. de Haas, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1720.

lesquelles la rotation serait nulle devrait être 13°,1, alors que l'expérience donne 10°,25 (± 0°,25).

Il faut donc envisager un pouvoir rotatoire normal à l'axe différent du pouvoir rotatoire suivant l'axe. Par généralisation de la loi du cosinus, il est naturel de considérer les composantes du champ H suivant l'axe et suivant la normale, puis de projeter sur le rayon les rotations déterminées par ces

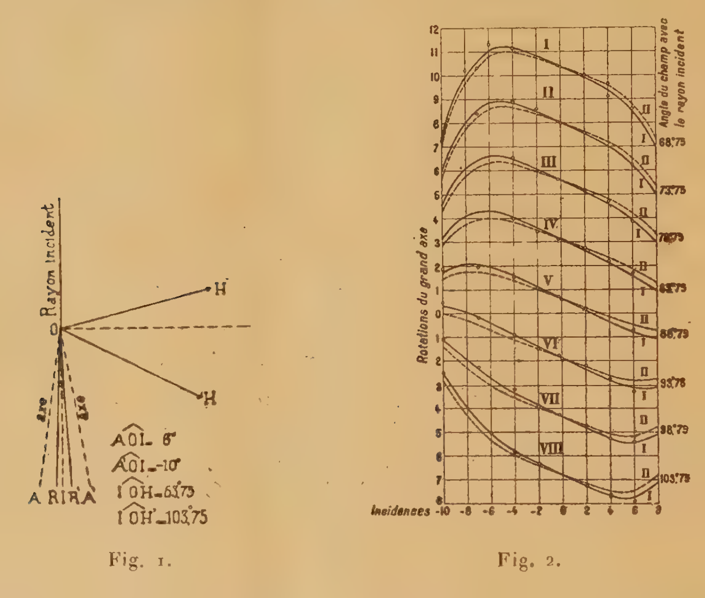


Fig. 1.

Fig. 2.

composantes. Soient r et θ l'angle de réfraction et l'angle de l'axe et du champ (comptés positivement dans le sens direct à partir de l'axe); remarquant que l'épaisseur traversée est $\frac{e}{\cos r}$, les rotations obtenues ρ doivent satisfaire à la formule

$$(1) \qquad \rho = V_A e H \cos\theta + V_N e H \sin\theta \tang r.$$

Les angles étant évalués en degrés et prenant le centimètre pour unité d'épaisseur, la constante de Verdet V_A, mesurée dans la direction de l'axe, a été trouvée égale à −0,006 174. Si la formule (1) est exacte, elle donne, d'après le résultat mentionné plus haut,

$$V_N = 0{,}828\,V_A.$$

Pour vérifier la loi indiquée, il faut remarquer que la rotation ρ est supposée dégagée de l'effet de la biréfringence, alors que les mesures de la rotation ρ' du grand axe donnent la superposition des deux effets. Soit φ_0

la différence de phase due à la biréfringence seule (mesurée à l'aide d'un compensateur de Babinet); posons

(2) $$\pi\varphi = \sqrt{\pi^2\varphi_0^2 + \rho^2},$$

(3) $$\tang\alpha = \frac{\rho}{\pi\varphi_0},$$

la représentation sphérique de Poincaré conduit à la formule

(4) $$\tang 2\rho' = \frac{\sin 2\pi\rho \sin\alpha}{\cos^2\alpha + \cos 2\pi\varphi \sin^2\alpha}.$$

On calcule ρ par la formule (1), puis ρ' par les formules (2), (3), (4). Les courbes calculées de ρ', en fonction de l'incidence, sont représentées figure 2; les points marqués indiquent les valeurs mesurées. Les courbes en pointillé sont celles qu'on aurait si V_N était égal à V_A. Bien que les écarts entre les deux familles de courbes soient faibles, et que les erreurs puissent accidentellement atteindre cet écart, il est visible que les courbes en traits pleins sont celles qui s'accordent le mieux avec les mesures. En particulier, la courbe pointillée VI est inadmissible car elle donne une rotation nulle pour $i = -9°,8$, alors que le changement de sens de la rotation a été observé entre $-7°$ et $-8°$.

OPTIQUE APPLIQUÉE. — *Applications de l'éclairage ultramicroscopique à la bulle d'un niveau sphérique.* Note [1] de MM. **Armand de Gramont** et **Georges Mabboux**, présentée par M. Charles Fabry.

Il est commode, pour déterminer l'angle d'une direction donnée avec la verticale, d'utiliser la bulle d'un niveau sphérique. Si l'on observe, au lieu de la bulle, une image réelle de celle-ci, on peut donner au niveau sphérique un rayon de courbure égal à la focale de l'objectif utilisé : c'est la solution employée dans certaines lunettes qui permettent de déterminer la verticale en avion; la bulle se projette sur le sol sous forme d'un cercle obscur en un point qui est indépendant de la direction de la lunette.

Mais si l'on veut utiliser la bulle pour une mesure nocturne sur le ciel, elle devra être éclairée afin de disposer de points de repère lumineux. D'autre part, quand on vise une étoile, la Lune ou le Soleil, pour avoir

(1) Séance du 17 juillet 1928.

quelque précision dans la mesure, on devra toujours centrer l'astre sur la bulle elle-même : c'est donc par un cercle complet qu'il y a lieu de définir la position de la bulle.

C'est dans ce but que l'un de nous avait cherché à éclairer une bulle de niveau par un éclairage latéral représenté sur la figure 1 en arrêtant les rayons directs au moyen d'un écran. On perçoit alors sur fond noir un cercle mince et très brillant. Pour appliquer ce dispositif à la détermination d'une hauteur d'astre, il faut projeter l'image de la bulle sur le ciel et l'on

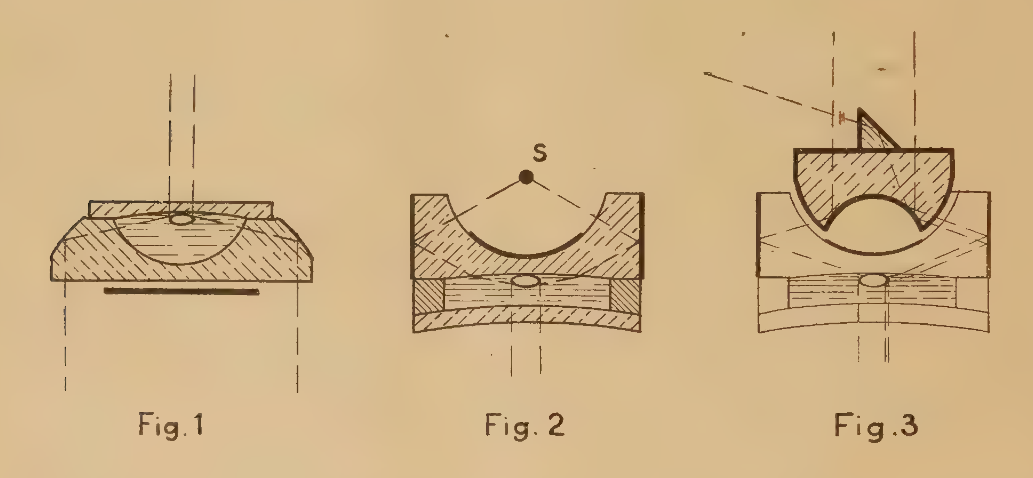


Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3

est amené à disposer la face concave du niveau vers l'objectif pour que sa courbure d'une part et la courbure de champ de l'objectif de l'autre soient de même signe.

Le niveau sphérique doit alors être éclairé par sa face supérieure ; dans ces conditions, le problème est un peu plus compliqué. Nous avons pu le résoudre par le dispositif de la figure 2. La source S, logée dans la cavité sphérique d'une pièce de verre cylindrique argentée extérieurement, éclaire la bulle le long d'un parallèle suffisamment fin, les rayons directs étant interceptés par un écran.

La lampe électrique peut être remplacée par l'éclairage direct du jour au moyen du dispositif de la figure 3 ; tant que le Soleil est haut sur l'horizon, ces rayons réfléchis totalement sur une partie de la calotte sphérique supérieure frappe la paroi argentée avant de revenir sur la bulle.

Quand la hauteur du Soleil sur l'horizon est inférieure à 20° un petit prisme à réflexion totale renvoie les rayons sur les côtés de la coupole.

Dans ces conditions, on obtient un cercle lumineux qui permet de mesu-

rer la hauteur du Soleil au travers d'un verre fumé; pour les mesures nocturnes, l'éclat de la lampe est modéré par un rhéostat.

Le diamètre de la bulle doit avoir une valeur bien déterminée : pour les mesures sur la Lune ou sur le Soleil, il doit être légèrement supérieur à celui de l'astre, soit environ 35 à 40 minutes; pour la visée d'une étoile, la bulle peut être plus petite, mais elle ne doit pas descendre en dessous d'une certaine limite sous peine de voir son éclat diminuer beaucoup, car elle ne se trouverait plus dans la zone des rayons rasants qui détermine le parallèle lumineux. Nous avons donc été amenés à constituer des niveaux dont la cage légèrement déformable peut être réglée à la volonté de l'observateur; ce dispositif était nécessité d'ailleurs par le fait que les instruments de visée sont, en avion, soumis à de grands écarts de température qui font varier le diamètre de la bulle.

L'éclairage ultramicroscopique de la bulle, tel que nous venons de le décrire, nous a permis de construire avec M. R. Alkan un octant destiné à la navigation aérienne dont la précision s'est montrée analogue à celle des sextants habituels. Pour un observateur un peu entraîné, les erreurs ne dépassent pas 2 minutes et il ne peut y avoir de méprise sur le choix de l'étoile que l'on vise directement à travers une glace transparente sur laquelle se reflète en même temps le cercle lumineux de la bulle.

RAYONS X. — *Indice de réfraction du verre pour les rayons X de grande longueur d'onde*. Note de M. **Jean Thibaud**, présentée par M. M. de Broglie.

Dans de précédentes recherches spectrographiques sur les rayons X très mous, nous avons signalé [1] d'importantes divergences dans les mesures des longueurs d'onde de mêmes raies obtenues d'une part à l'aide de la diffraction dans les réseaux cristallins et d'autre part (en valeur absolue) par la diffraction à la surface de réseaux lignés. Nous expliquions ces anomalies par l'intervention de la réfraction à l'intérieur du cristal et concluions à l'existence, lors du passage des rayons X de grande longueur d'onde du vide à l'intérieur d'un milieu matériel, d'un indice de réfraction réel μ, inférieur à l'unité ($\mu = 1 - \delta$). Les mesures indiquaient d'ailleurs, en accord avec la théorie de la dispersion de Drude-Lorentz, un accroissement de la

(1) J. Thibaud et A. Soltan, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 642, et *Journal de Physique*, 6, 1927, p. 484.

divergence δ proportionnel au carré de la longueur d'onde, si bien que pour une longueur d'onde voisine de 70 Å l'indice tomberait à la valeur $\mu = 0{,}99$.

1. L'objet du travail actuel est la mesure directe, par une *méthode de réflexion totale*, de l'indice μ du verre, pour quelques raies du domaine intermédiaire. Si l'on produit, en effet, la réflexion sous incidence rasante des rayons X mous sur un miroir plan, la réflexion devient totale pour des incidences θ (comptées à partir de la surface) inférieures à un certain *angle limite* θ_m relié à l'indice μ par la relation : $\theta_m = \sqrt{2\delta} = \sqrt{2(1-\mu)}$.

La détermination de l'angle limité θ_m se fait à l'aide du spectrographe à réseau dans le vide destiné à l'étude des rayons X mous, que nous avons décrit antérieurement ([1]). On sait que, dans cet appareil, on doit toujours se placer, afin d'avoir le maximum d'énergie dans les faisceaux diffractés, dans les conditions de réflexion totale des radiations à étudier ($\theta < \theta_m$), et nous avons effectivement montré ([2]) une disparition graduelle des rayons diffractés lorsque l'incidence atteint l'angle limite θ_m. Nous enregistrerons donc photographiquement (dans les mêmes conditions de fonctionnement du tube générateur de rayons X et avec des poses de même durée) une série de spectres d'une même raie, en augmentant progressivement l'angle d'incidence θ sur le réseau et en notant la diminution d'intensité de la raie, puis sa disparition. Les appréciations visuelles d'intensité sont facilitées par le grand nombre d'ordres successifs de la raie (parfois jusqu'à sept). Les diverses raies monochromatiques utilisées pour cette étude sont comprises entre 17 et 65 Å, ce sont les raies L du fer, K de l'oxygène, de l'azote et du carbone, enfin M du molybdène.

2. Il est difficile de traduire numériquement les variations d'intensité de chaque raie en fonction de l'angle, par le seul examen visuel des noircissements correspondants sur les clichés. Aussi les résultats qui suivent ne donnent-ils que des ordres de grandeur.

a. En premier lieu j'ai déterminé les angles $\theta_{\frac{1}{2}}$ pour lesquels chacune des radiations a perdu sensiblement la moitié de son intensité. On trouve $\theta_{\frac{1}{2}} = 3.10^{-2}$ pour les raies $L\alpha$ fer ($\lambda = 17{,}7$ Å) et $K\alpha$ Ox ($\lambda = 23{,}8$ Å), puis respectivement les valeurs $\theta_{\frac{1}{2}} = 5;\ 6;\ 7{,}4.10^{-2}$ pour les raies $K\alpha$ C ($\lambda = 44{,}9$ Å), M du Mo : raie faible $\lambda = 54{,}9$ Å, raie intense $\lambda = 64$ Å.

([1]) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 62.

([2]) *Revue d'Optique*, 5, 1926, p. 103.

On observe une proportionnalité entre angles et longueurs d'onde.

b. D'une manière plus rigoureuse j'ai recherché, en prenant un grand nombre de spectres, le domaine angulaire exact dans lequel se produit la disparition graduelle de la raie diffractée pour les radiations KαC et MMo principalement. On trouve que la raie $\lambda = 44,9$ Å décroît régulièrement de $\theta = 4,2.10^{-2}$ à $\theta = 6,4.10^{-2}$, angle pour lequel elle a disparu. Quant à $\lambda = 65$ Å, son intensité décroît de $\theta = 4,8$ à $\theta = 10,5.10^{-2}$.

Ces domaines limites de réflexion totale occupent donc respectivement des largeurs angulaires de $1°,25$ et $3°,25$. En l'absence de toute absorption dans le milieu, la décroissance de l'intensité réfléchie (et par suite celle des raies diffractées) aurait lieu assez brusquement (équations de Fresnel). L'élargissement des zones limites de réflexion totale est une conséquence de l'absorption intense des rayons X mous et augmente d'ailleurs, comme celle-ci, avec la longueur d'onde. Cet effet rend plus pénible la détermination de l'angle limite θ_m dont les valeurs sont portées, avec les valeurs correspondantes de δ, dans le tableau suivant :

		Rayons X ordinaires.	*Rayons X de grande longueur d'onde.*				
λ	→	1,5	20	44,9	54,9	65	Å
$\theta_{\frac{1}{2}}$	→	0,4	3	5	6	7,4	$\times 10^{-2}$
θ_m	→	0,4	3,1	5,1	6,1	7,8	$\times 10^{-2}$
δ observé	→	0,07	4,8	13	18,6	30,5	$\times 10^{-4}$
θ_m théorique	→	0,4	5,2	11,7	14,3	16,9	$\times 10^{-2}$

On vérifie bien la variation de θ_m en raison directe de λ, et, consécutivement, celle de δ proportionnellement au carré de la longueur d'onde. Il est à noter que l'angle limite passe de 21′ pour $\lambda = 1,5$ Å$(K\alpha Cu)_0$ à 3° pour $\lambda = 45$ Å et même à $4°,5$ pour $\lambda = 65$ Å.

c. La formule théorique simplifiée de Drude-Lorentz conduit, dans le cas du verre ($\rho = 2,5$), à

$$(\lambda \text{ en Å}), \qquad \theta_m = \sqrt{2\delta} = \sqrt{2,72\rho\lambda^2.10^{-6}} = 2,6\lambda.10^{-3}.$$

Les valeurs expérimentales de θ_m suivent sensiblement la même loi, en divisant par 2, toutefois, le coefficient numérique.

Conclusion. — L'angle limite de réflexion totale des rayons X très mous augmente, en raison directe de la longueur d'onde, jusqu'à atteindre plusieurs degrés. L'indice de réfraction réel μ se sépare de plus en plus de l'unité à mesure que l'absorption des rayons s'accroît (en λ^3), effet prévu par la théorie de la dispersion dans les milieux très absorbants.

RADIOACTIVITÉ. — *Étude spectrale de la luminescence de l'eau et du sulfure de carbone soumis au rayonnement gamma.* Note [1] de M. **L. Mallet**, présentée par M. Ch. Fabry.

Dans une Note publiée aux *Comptes rendus* [2] nous signalions que l'eau et certaines substances organiques exposées aux rayons γ des corps radioactifs émettent une luminescence blanche. L'étude photographique de cette luminescence à l'aide d'écrans de verre, de quartz et de sel gemme nous avait permis de supposer que cette lumière devait contenir des radiations s'étendant dans l'ultraviolet.

L'étude spectrographique de ce rayonnement très faible aurait été impraticable avec les appareils ordinaires. J'ai pu la mener à bien au moyen d'un spectrographe très lumineux [3] construit sur les indications de M. Ch. Fabry. La chambre photographique de cet appareil est munie d'un objectif ayant une ouverture égale à F/2 (objectif Taylor-Hobson), dont la distance focale est de 108^{mm} et dont, par suite, l'ouverture utile est de 54^{mm}. L'appareil est disposé de telle manière que l'on puisse utiliser divers trains de prismes, pour changer la dispersion ; je me suis servi de deux prismes en flint, de 30°, dont l'un reçoit la lumière sous l'incidence normale, tandis que l'autre est utilisé sous émergence normale. La lentille du collimateur est une simple lentille achromatique, d'ouverture F/10, ayant par suite 50^{cm} de distance focale. L'appareil ainsi disposé donne des spectres peu dispersés mais très lumineux ; on peut sans difficulté, obtenir les spectres de corps faiblement phosphorescents ou fluorescents.

Nous avons pris comme source de rayonnement γ deux tubes de verre contenant chacun 250^{mg} de radium élément (sous forme de SO^4Ra) qui ont été placés dans une gaine de 2^{mm} de plomb. Le rayonnement émergeant était constitué par des rayons γ, sans aucun rayonnement β primaire. Le foyer radioactif a été placé, soit dans un récipient de bois muni d'une fenêtre de celluloïd et rempli d'eau distillée, soit dans un récipient en pyrex, substance qui présente une luminescence propre négligeable.

Nous avons exposé le récipient contenant l'eau devant la fente du spectrographe, dont la largeur a pu être réduite à $0^{mm},2$ sans augmenter exagé-

---

(1) Séance du 17 juillet 1928.

(2) *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 274.

(3) Cet appareil sera prochainement décrit dans un autre recueil.

rément le temps de pose. Nous avons protégé la plaque photographique contre le rayonnement γ par des briques de plomb de 13^{cm} d'épaisseur. Pour abriter le spectrographe contre toute lumière parasite nous l'avons placé dans une chambre complètement obscure.

Les plaques utilisées sont les plaques *Lumière* violettes qui se sont montrées les plus sensibles. Les temps de pose ont été de 2 à 4 jours; en deux jours on a déjà une impression suffisante et le voile dû aux rayons γ est faible.

Dans les deux cas étudiés (eau et sulfure de carbone) le spectre obtenu est un spectre continu, qui s'étend dans toute la partie que les moyens employés permettaient d'étudier, c'est-à-dire dans tout le visible et le commencement de l'ultraviolet. L'absorption des prismes et des lentilles ne permettait pas de prolonger le spectre au-dessous de 3700 environ. Il n'est pas encore possible de donner une indication précise sur la répartition de l'énergie dans ce spectre; cependant, une comparaison avec le rayonnement direct d'une lampe à incandescence dite demi-watt paraît montrer que le rayonnement secondaire de l'eau est plus riche en radiations de courte longueur d'onde que le rayonnement de la lampe.

Un spectrographe très lumineux en quartz sera nécessaire pour l'étude complète du rayonnement ultraviolet. On peut, dès à présent, remarquer que l'émission de radiations visibles et ultraviolettes par la matière sous l'influence des rayons gamma est un phénomène très général, et que des corps aussi différents que l'eau et le sulfure de carbone donnent lieu à des phénomènes analogues.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur un état allotropique de l'argent.*

Note (1) de M. G. **Allard**, présentée par M. G. Urbain.

L'argent, tant natif qu'obtenu à haute température, par exemple par sublimation, est cubique. Étudié aux rayons X par Kahler (2) et par Végard (3), il présente la structure cubique à faces centrées, l'arête du cube étant $4{,}06 \cdot 10^{-8}$ cm.

J'ai étudié, par la méthode dés poudres, de l'argent obtenu par action du

---

(1) Séance du 9 juillet 1928.

(2) Kahler, *The Crystalline structure of sputtered and evapored metallic films* (*Phys. Rev.*, **18**, 1921, p. 210).

(3) Végard, *The structure of Silver Crystals* (*Phil. Mag.*, **31**, 1916, p. 83-87).

cuivre sur une solution de nitrate d'argent ; le cliché obtenu présente un assez grand nombre de raies, toutes incompatibles avec la structure cubique : on se trouve donc en présence d'une forme allotropique de l'argent. L'emploi de la méthode que j'ai décrite dans une Note antérieure ([1]) m'a permis de déterminer le système cristallin de cette modification de l'argent : elle est orthorhombique et appartient au mode octaédral rhombique, c'est-à-dire que le réseau est constitué par l'empilement de prismes droits centrés à base losange. La hauteur du prisme est

$$c = 4,23 . 10^{-8}\,\text{cm};$$

les côtés du losange de base, qui forment entre eux un angle de 81°30', sont

$$a = b = 3,76 . 10^{-8}\,\text{cm}.$$

Il faut remarquer qu'on peut adopter comme maille de ce réseau un parallélépipède rectangle dont toutes les faces sont centrées et dont les côtés sont respectivement

$$4,23 . 10^{-8}\,\text{cm}; \quad 4,91 . 10^{-8}\,\text{cm}; \quad 5,70 . 10^{-8}\,\text{cm}.$$

En adoptant comme forme primitive le prisme droit à base losange, l'équidistance des plans réticulaires pqr est donnée par la formule

$$d_{pqr} = \frac{3,72}{\sqrt{p^2 + q^2 + 0,296\,pq + 0,774\,r^2}}\,\text{Å}.$$

Le tableau suivant montre dans quelles limites les équidistances mesurées s'accordent avec les équidistances calculées. On reconnaît que le prisme doit être centré à ce fait que les raies pour lesquelles $p + q + r$ est impair n'existent pas sur le cliché.

Pour m'assurer que les écarts entre les équidistances mesurées et calculées sont bien de l'ordre des erreurs d'expérience, j'ai dessiné un cliché théorique d'après les équidistances calculées et j'ai constaté qu'il se superpose très exactement au cliché réel.

Les équidistances mesurées sont, en général, assez voisines de celles qui ont été obtenues par MM. A. Roux et Cournot ([2]) avec de l'argent obtenu par dépôt électrolytique.

([1]) G. Allard, *Détermination du réseau cristallin des substances microcristallines au moyen des radiogrammes de poudres* (*Comptes rendus*, 186, 1928, p. 638).

([2]) A. Roux et J. Cournot, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1733-1736.

Notation des plans.	Équidistances calculées.	Équidistances mesurées.	Notation des plans.	Équidistances calculées.	Équidistances mesurées.
001	4,228	″	003	1,409	″
100	3,720	″	$2\bar{1}2$	1,358	″
$1\bar{1}0$	2,850	2,783	212	1,262	″
101	2,793		300	1,240	″
110	2,455	2,466	$3\bar{1}0$	1,233	1,253 (?)
$1\bar{1}1$	2,363	″	220	1,228	
111	2,123	″	301	1,190	1,205
002	2,114	2,116	310	1,128	1,163
200	1,860	1,865	222	1,062	1,066
102	1,838	″	004	1,057	
$2\bar{1}0$	1,772	″	$3\bar{3}0$	0,950	0,950
201	1,702	″	400	0,930	0,926
$1\bar{1}2$	1,698	1,698	$4\bar{1}1$	0,901	0,891
$2\bar{1}1$	1,634	1,658	$3\bar{3}2$	0,867	0,875
112	1,602	″	$2\bar{2}4$	0,849	0,840
210	1,573	″	224	0,801	0,794
211	1,475	1,472	341	0,788	
$2\bar{2}0$	1,425	1,413	422	0,738	0,734

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la contraction gazeuse de l'hydrogène soumis à la décharge électrique.* Note [1] de M. **René Delaplace**, présentée par M. Jean Perrin.

Des travaux récents sur l'activation de l'hydrogène par la décharge électrique avaient permis de constater des contractions anormales du volume gazeux. Ce phénomène fut interprété par leurs auteurs comme résultant d'une polymérisation possible de l'hydrogène sous une forme triatomique.

Nous avons repris ces expériences et constaté que ces contractions gazeuses anormales doivent être attribuées à d'autres phénomènes que ceux de la polymérisation de l'hydrogène. L'étude systématique de la composition des gaz extraits des tubes à décharge nous a permis d'élucider ce problème.

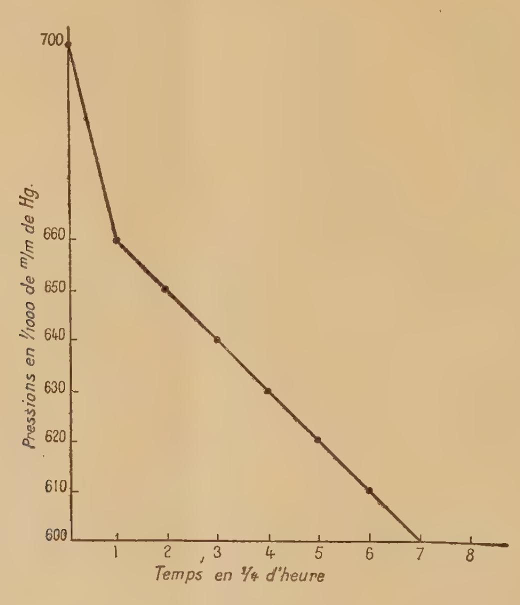
Technique. — L'appareil utilisé comprenait essentiellement un long tube à décharge protégé par des « pièges » à mercure; une trompe de Schlœsing et une cuve à mercure de grande capacité servaient à l'analyse des gaz et

(1) Séance du 2 juillet 1928.

permettaient l'introduction, la circulation et la mesure de volumes connus d'hydrogène. Cet appareil, entièrement en verre Pyrex sans robinet ni rodage, était complété par une jauge de Mac Leod (type Dunoyer) pour la mesure des pressions comprises entre $3^{mm},5$ et $\frac{1}{100000}$ de millimètre de mercure.

L'hydrogène était préparé électrolytiquement; purifié par les moyens chimiques ordinaires il circulait ensuite au moyen d'une trompe à mercure sur du gel de silice [1] plongé dans l'air liquide.

Un volume connu d'hydrogène pur était introduit dans l'appareil et soumis à la décharge continue d'un poste de haute tension pendant un temps donné. Les mesures de pression et de volume effectuées avant, pendant et après l'opération, l'analyse des gaz extraits, permettaient de suivre l'allure du phénomène.



Constatation générale. — Si de l'hydrogène est soumis à la décharge électrique d'un poste de haute tension, on constate le phénomène suivant : pour des pressions qui ont varié de 11^{mm} de mercure à quelques centièmes de millimètre, une certaine quantité d'hydrogène disparaît (contraction), puis dans les gaz extraits du tube à décharge, l'analyse révèle la présence d'oxyde de carbone et de méthane (environ 1 de CH^4 pour 3 de CO). Le tableau suivant illustre ce phénomène.

(1) P. Lebeau et P. Marmasse, *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 1086.

Durée de décharge.	Voltage.	Pression en mm de Hg.	Volume de H^2 pur.	Volume total extrait.	H^2 retrouvé.	H^2 disparu.	$CO + CH^4$ trouvés.	Contraction.
	volts	mm	cm^3	cm^3	cm^3	%	%	%
0..........	0	6,80	2,22	»	2,22	»	»	»
1 heure.	50000	7,20	2,50	2,45	2,40	4	1,8	2
2 heures...	»	6,20	1,95	1,93	1,86	4,6	3,2	1
4 heures...	»	6,60	2,12	2,08	2,02	4,7	4,2	1,7

Si l'on suit la variation de pression dans le tube en fonction du temps de décharge, on remarque que la contraction est d'abord très grande pendant le premier quart d'heure pour devenir sensiblement constante et proportionnelle au temps par la suite.

La courbe ci-contre donne l'allure du phénomène.

Conclusion. — Ces expériences montrent que dans les tubes à décharge en Pyrex sans robinet ni rodage et dont les parois internes ont été soigneusement nettoyées par chauffage dans le vide à 400°, on observe une *contraction irréversible* de l'hydrogène mais que de l'oxyde de carbone et du méthane apparaissent. Ces résultats confirment en partie ceux qui furent obtenus par Duane et Wendt [1] et par Wendt et Landauer [2] : la contraction observée a pour origine un phénomène que j'analyserai, tout à fait différent de la polymérisation de l'hydrogène sous sa forme H^3.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Résultats d'agglomération des charbons au moyen d'hydrocarbures partiellement déshydrogénés par le soufre.* Note [3] de M. **André Léauté**, transmise par M. G. Charpy.

Nous avons montré précédemment [4] que, pour fabriquer des substituts de l'anthracite en partant de charbons à longue flamme, il faut agglomérer les fines avec un liant dépourvu de brai. D'autre part, nous avons signalé [5] que des goudrons et des huiles de houille ou de pétrole, pauvres en brai, peuvent être partiellement déshydrogénés par le soufre sans retenir assez de ce métalloïde, en fin d'opération, pour en être pratiquement souillés : la

---

(1) W. Duane et G. L. Wendt, *Phys. Rew.*, **10**, 1917, p. 116.

(2) G. L. Wendt et R. S. Landauer, *Jour. Am. Chem. Soc.*, **42**, 1920, p. 930; **44**, 1922, p. 510.

(3) Séance du 17 juillet 1928.

(4) *Comptes rendus*, **185**, 1927, p. 465.

(5) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 1558.

viscosité et la siccativité des hydrocarbures sont beaucoup accrues par ce traitement. Il restait à vérifier que ces hydrocarbures sont rendus adhésifs et peuvent être employés comme liants.

L'adhésivité de ces substances est révélée par le fait qu'une baguette de verre plongée dans le liquide visqueux forme, lorsqu'elle en est extraite, un long fil qui s'étire en s'amincissant. Mais cet essai, s'il donne commodément une indication qualitative, ne fournit pas le moyen de mesurer l'adhésivité, parce que la rapidité avec laquelle la baguette est retirée et la quantité de substance qu'elle emporte influent sur le résultat. Comme il est difficile de maintenir ces facteurs bien constants, nous avons préféré recourir à une méthode plus directe qui consiste à mesurer la résistance à l'écrasement d'un aggloméré obtenu, dans des conditions définies, avec les divers liants que l'on compare.

Pour que cet essai caractérise effectivement l'adhésivité du liant, il faut rendre fixes tous les autres facteurs qui exercent une influence sur l'agglomération. Nous avons adopté les valeurs ci-dessous :

Nature du charbon : 85 pour 100 maigre (6 pour 100 M. V.) et 15 pour 100 gras (28 pour 100 M. V.).
Finesse de broyage : tamis 40.
Mode de mélange : 2^{kg} de matières dans un cylindre vertical de 175^{mm} de diamètre et 250^{mm} de hauteur, avec rotation à 100 tours par minute d'un arbre vertical portant palettes.
Durée du malaxage : 30 minutes; température du malaxage 100° C.
Proportion du liant : 7 pour 100.
Degré d'humidité : 1 pour 100.
Mode d'agglomération : à la presse hydraulique, pression du fluide = 250 kg/cm³; température ambiante, durée totale : environ 2 minutes (pression lâchée aussitôt atteint le maximum fixé).
Forme de l'aggloméré : aggloméré de révolution, autour d'un axe ayant 3^{cm} de hauteur; diamètre de la coupe perpendiculaire au milieu de l'axe : 5^{cm}; forme d'une double coupole; poids total : 40^{g}.

Chaque mesure est faite sur huit agglomérés, dont on prend la moyenne.

Parmi les résultats des essais, nous extrayons ceux qui mettent en lumière l'action du traitement au soufre sur le pouvoir adhésif. Les essais ont porté sur trois huiles de houille HR.B2, 3, 4; la première contenait 2,5 pour 100 d'eau et fournissait, entre 0 et 200°, un distillat égal à 23 pour 100 de son poids; sa viscosité à 50° était de 4°,1 Engler; sa densité à 18° était 1,22; — la seconde contenait 20 pour 100 d'eau (émulsion) et très peu d'huiles légères, car le distillat total entre 0 et 200° n'était que 27 pour 100;

sa viscosité n'a pu être mesurée en raison de l'eau qu'elle contenait; sa den-à 18° était 1,08; — la troisième contenait 28 pour 100 d'eau, sa composition la rendait plus voisine de la première et le distillat total entre 0 et 200° était 40 pour 100; sa viscosité à 50° était de 7°,7 Engler et sa densité à 18° de 1,04.

Numéro de l'essai.	Conditions de l'essai.	Résistance moyenne (en kg par cm²).
17.	Huile de houille HR.B 2 non traitée	2,65
28 *bis*.	Huile de houille HR.B 2 traitée en présence du soufre	18,2
29.	Huile de houille HR.B 2 traitée de même, mais en l'absence de soufre	7,4
48.	Huile HR.B 3 analogue, traitée en présence du soufre	30,3
45.	Huile HR.B 3 traitée de même, mais en l'absence de soufre	11,8
51.	Huile HR. B 4, traitée en présence du soufre.	44,9

En conclusion, pour les huiles essayées, la déshydrogénation partielle accroît considérablement l'adhésivité; l'agglomération sans addition de brai est par elle rendue possible. L'effet est moindre sur l'échantillon le moins riche en huiles légères; nous avions, d'ailleurs, signalé précédemment que la déshydrogénation ne se produit pas sur le brai; ces deux faits sont à rapprocher.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage titrimétrique de l'acide germanique, études de quelques formes hydratées de cet acide et de ses sels.* Note (¹) de M. **Arakel Tchakirian**, présentée par M. G. Urbain.

Le germanium peut être dosé par titrimétrie suivant les méthodes suivantes :

Première méthode : Alcalimétrie. — La solubilité de l'oxyde GeO^2 dans l'eau est 6 à 8 pour 1000. On obtient la solution en faisant bouillir l'oxyde dans l'eau. La solution ainsi obtenue est faiblement acide. Les sels alcalins de l'oxyde germanique sont facilement hydrolysés. La mannite augmente la solubilité de l'oxyde GeO^2, et l'on obtient alors des solutions parfaitement stables contenant 10 pour 1000 d'oxyde. Pour 10^g d'oxyde de germanium il faut 20^g de mannite.

(¹) Séance du 17 juillet 1928.

Employant le phénol phtaléine comme indicateur, on ne peut neutraliser par les alcalis, approximativement, que les $\frac{2}{5}$ de l'acide germanique dans une solution aqueuse d'oxyde GeO^2; mais en présence de corps organiques à fonction alcoolique (mannite, glycérine, glucose), il y a formation d'un acide complexe germano-organique, tel qu'à 1 atome de germanium correspond 1 molécule de soude (acide mannogermanique dans le cas de la mannite).

Si l'on remplace les corps à fonction alcoolique par les électrolytes forts (Cl^2Ca, Cl^2Sr, etc., en solution très concentrée : 20^g de sel pour 10^{cm^3} de solution), il y a formation de complexes minéraux germaniques acides, tels qu'un atome de germanium correspond à 2 molécules de NaOH.

Deuxième méthode : Iodométrie. — Cette méthode repose sur la propriété que possède la combinaison de mannite et d'acide germanique de libérer de l'iode du mélange $IK + IO^3K$, de telle sorte qu'à 1 atome de germanium correspond 1 atome d'iode. La réaction est terminée en 3 heures. En présence des électrolytes forts, la quantité d'iode libérée est doublée. Dans ce cas, la réaction est terminée en 12 heures. On titre l'iode libéré à l'hyposulfite de sodium.

Cette méthode permet aussi de doser l'acide germanique en présence des acides forts. On élimine l'acide fort par le mélange $IK + IO^3K$; on décolore exactement la solution iodée par l'hyposulfite (cette opération peut servir au dosage de l'acide fort). On ajoute ensuite la mannite; l'acide germanique agit à son tour sur le mélange $IK + IO^3K$ en libérant de l'iode; après 3 heures, on titre à l'hyposulfite de sodium.

Le dosage alcalimétrique ne peut être utilisé en présence des acides forts : si l'on neutralise ceux-ci par le mélange $IK + IO^3K$, l'acide germanique agit à son tour, lors de l'addition de mannite sur l'excès de réactif en libérant de l'iode.

Les résultats obtenus par ces deux méthodes ont une précision de l'ordre du centième. Les résultats sont cependant plus faibles lorsque la première méthode est appliquée en présence d'acides forts.

Le titrage alcalimétrique des solutions aqueuses d'oxyde GeO^2, seul ou en présence de mannite ou d'électrolytes forts, nous conduit à admettre que l'oxyde germanique peut se trouver sous différents états d'hydratation.

Lorsque l'oxyde de germanium est en solution aqueuse, en l'absence de mannite ou d'électrolytes forts, on ne peut pas supposer que son hydrate admette la formule $[GeO^3]H^2$; le nombre d'ions $\left(\overset{}{\underset{+}{H}}\right)$ neutralisables par les alcalis se concilie avec une formule telle que $[Ge^5O^{11}]H^2$, corps analogue à

l'acide métastannique $[Sn^5O^{11}]H^2$, et dont l'existence est rendue très probable par celle du sel de sodium décrit par J. M. Van Bemmelen [1] et A. Hantzch [2].

L'addition de mannite à la solution aqueuse provoque une dégradation de l'association moléculaire de l'acide germanique, puisque, dans ce cas, à un atome de germanium correspond une molécule de soude, ce qui rend vraisemblable une constitution telle que $[Ge^2O^5_{m,n}]H^2$, forme dans laquelle m représente la mannite et n un exposant au moins égal à 2.

Ce corps est un acide fort qui libère l'iode du mélange $IK + IO^3K$, et dont les sels alcalins, très solubles, résistent à l'hydrolyse.

L'acide mannogermanique en solution aqueuse n'agit pas sur la lumière polarisée, mais son sel de sodium est dextrogyre.

La façon dont se comporte l'oxyde germanique en solution aqueuse, en présence d'électrolytes forts, permet de supposer qu'il donne naissance à des complexes minéraux tels que $[GeO^3_{Cl^2}]^{Li^2}_{H^2}$ et $[GeO^3_{Cl^2}]^{Ca}_{H^2}$.

Ces vues trouvent un appui dans les résultats des mesures iodométriques.

Les mêmes hypothèses sont applicables au cas de l'acide borique qui, acide très faible en l'absence de mannite ou d'électrolytes forts, devient acide fort en présence de ces réactifs. Les résultats obtenus par M. Cikritóva et K. Sandéra [3] et ceux de G. Mellon et F. R. Swin [4] peuvent être interprétés suivant les cas par les formules $[Bo^2O^4_{(m)n}]H^2$ et $[BoO^2_{Cl}]^{Li}_{H}$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Séparation du krypton et du xénon de l'air atmosphérique*. Note [5] de M. **Adolphe Lepape**, transmise par M. Charles Moureu.

1. La constance des rapports krypton-argon et xénon-argon dans les gaz naturels (air atmosphérique et gaz souterrains) [6] montre qu'il serait illusoire de rechercher dans la nature un mélange gazeux notablement plus riche en krypton et en xénon que l'air, lequel contient environ 1^{cm^3}

---

(1) *Rec. des Trav. chim. des Pays-Bas*, 6, 1887, p. 207.

(2) *Z. Anorg. Chem.*, 30, 1902, p. 316.

(3) *Chem. Listy*, 19, 1925, p. 182.

(4) *Ind. and Eng. chem.*, 19, 1927, p. 1354.

(5) Séance du 17 juillet 1928.

(6) Ch. Moureu et A. Lepape, *Comptes rendus*, 152, 1911, p. 691 et 934; 153, 1911, p. 740.

de krypton et 0$^{cm^3}$,09 de xénon par mètre cube [1]. D'autre part, en vertu de leur solubilité dans l'oxygène liquide et de leurs faibles tensions de vapeur, ces deux gaz lourds doivent se retrouver dans les queues d'oxygène liquide provenant de la distillation fractionnée de l'air [2].

Les rares auteurs qui ont préparé du krypton et du xénon ont, en effet, extrait ces gaz de résidus d'air liquide concentrés par évaporation ou versés sur du charbon absorbant (Dewar) :

Préparations de krypton et de xénon.

	Poids d'air traité.	Krypton présent dans l'air traité.	Krypton obtenu en cm³.	Krypton rendement pour 100.	Xénon présent dans l'air traité.	Xénon obtenu en cm³.	Xénon rendement pour 100.
Ramsay (1903) [3]	191^{kg},1	156$^{cm^3}$	7,5	5	14$^{cm^3}$	0,87	6
Moore (1908) [4]	19^t	15^l,5	293	2	1^l,4	70	5
	100^t	82^l	50	0,06	7^l,4	220	3
Antropoff (1919) [5]	15^t	12^l,2	120	1	1^l,1	50	4,5
Dewar et Aston (1923) [6]	439^t	358^l	130	0,03	32^l	575	1,8

2. Les rendements de ces opérations, calculés d'après les données des auteurs, sont infimes; en outre, ils diminuent lorsque le poids d'air traité augmente, révélant ainsi une perte systématique des gaz recherchés. Contrairement aux prévisions d'un calcul élémentaire [7], le krypton et le xénon sont donc presque totalement éliminés dans la phase gazeuse au cours de la distillation fractionnée continue de l'air liquide. Dans un appareil à liquéfaction de l'air type G. Claude, par exemple, le krypton et le xénon entraînés par l'oxygène liquide s'accumulent dans le vaporiseur jusqu'à ce que les quantités de ces gaz emportées par l'oxygène liquide qui se vaporise compensent celles apportées par l'oxygène atmosphérique qui se

(1) Ch. Moureu et Lepape, *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 171.

(2) Toute élimination *chimique* de l'oxygène et de l'azote de l'air en concentre, *sans perte*, les gaz rares dans les gaz résiduels (synthèse de l'ammoniaque, etc.).

(3) W. Ramsay, *Proc. Roy. Soc.*, A, 71, 1903, p. 421; 80, 1908, p. 599.

(4) R. B. Moore, *Proc. Roy. Soc.*, A, 81, 1908, p. 195.

(5) A. von Antropoff, *Zeit. Elektrochem.*, 25, 1919, p. 269.

(6) F. W. Aston, *Proc. Roy. Soc.*, A, 103, 1923, p. 462.

(7) D'après A. v. Antropoff (*loc. cit.*) 1^l d'oxygène liquide contenant $\frac{1}{1000}$ Kr et $\frac{1}{1000}$ Xe devrait pouvoir être réduit à 1$^{cm^3}$ par évaporation sans perdre plus de 15 pour 100 de Kr et 1,5 pour 100 de Xe (le calcul relatif au Xe est erroné, la tension de vapeur utilisée étant dix fois trop grande).

liquéfie [1]. A partir de ce moment et quelque prolongée que soit ensuite la marche de l'appareil, le titre en krypton et en xénon de l'oxygène liquide atteint une limite comprise, d'après nos mesures, entre 2,5 et 5×10^{-5} pour le krypton, et entre 0,5 et $1,5 \times 10^{-5}$ pour le xénon. Si, pour y concentrer le krypton et le xénon, on soumet alors ce liquide à une vaporisation lente, dans un ballon d'Arsonval-Dewar, le titre des deux gaz dans la phase gazeuse, d'abord faible (environ 10^{-6} pour Kr), s'élève ensuite lentement, puis de plus en plus vite, pour atteindre finalement l'ordre du millième (vaporisation de la dernière goutte liquide). Au fur et à mesure que la phase liquide diminue en s'enrichissant, des quantités progressivement croissantes de krypton et de xénon se volatilisent, entraînées mécaniquement par la vapeur d'oxygène qui se dégage.

3. En vue de réduire les pertes importantes que comporte cette méthode de séparation du krypton et du xénon, nous avons soumis la phase vapeur à un fractionnement par adsorption à la température d'ébullition de l'oxygène liquide. A cet effet, nous introduisons simplement dans le ballon d'Arsonval-Dewar, contenant l'oxygène liquide en voie d'évaporation, un tube rempli de charbon de noix de coco ou de gel de silice, que la vapeur formée doit traverser avant de s'échapper à l'air libre. Des gaz dégagés par le réchauffement du tube absorbant et de ceux formant l'atmosphère finale du ballon, on élimine l'oxygène et l'anhydride carbonique par le cuivre et l'ammoniaque, puis l'azote et les gaz combustibles par le calcium et l'on sépare du mélange de gaz rares ainsi obtenus le krypton et le xénon, par fractionnement sur du charbon de coco convenablement refroidi.

Voici les résultats de quelques-unes des nombreuses préparations que nous avons effectuées à l'aide d'un tube de 72^{g} de charbon de coco placé dans un ballon à oxygène liquide de 2^{l} évaporant 10 à 15^{g} à l'heure :

Préparations de krypton et de xénon (A. Lepape).

Poids d'oxygène liquide traité (en gr).	Krypton présent (en cm³).	Krypton obtenu (en cm³).	Krypton rendement (%).	Xénon présent (en cm³).	Xénon obtenu (en cm³).	Xénon rendement (%).
1. 1800.......	8,9	8,3	93	0,8	0,8	100
2. 1775.......	63,9	54,0	85	19,9	19,1	96
3. 1785.......	53,6	46,5	86	»	12,25	»
4. 1230.......	»	85,1	»	»	20,1	»
5. 1920(C)....	»	50,3	»	»	10,8	»
6. 2400 (SiO^2).	»	54,9	»	»	13,3	»

(1) Nous avons vérifié que le titre en krypton de l'oxygène vaporisé est sensiblement égal à celui de l'oxygène de l'air (5×10^{-6} en volumes).

Le simple artifice que nous employons permet donc de recueillir la presque totalité du krypton et du xénon présents dans l'oxygène liquide tel que le fournit un appareil industriel. Les expériences 5 et 6 (oxygène liquide de même composition) établissent l'équivalence pratique du charbon de noix de coco et du gel de silice (à poids égaux).

Plusieurs litres de krypton et un litre de xénon ont pu être préparés, au laboratoire, par cette méthode, dont l'adaptation industrielle est en cours d'étude.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveau mode d'obtention des éthers sulfuriques neutres*. Note de M. R. LEVAILLANT présentée par M. Jean Perrin

I. *Généralités. Passage des chlorosulfonates aux sulfates.* — Les éthers sulfuriques neutres constituent de remarquables agents d'alcoylation; mais leur obtention est restée en général difficile, ce qui en restreint l'emploi. Seul le sulfate diméthylique est réellement entré dans la pratique courante (méthylations); grâce à sa préparation facile, à rendement élevé (supérieur à 80 pour 100). La préparation du sulfate diéthylique est déjà plus pénible. Enfin l'action de la chlorhydrine sulfurique sur le polyoxymèthylène [1] a récemment fourni le sulfate de di-$\alpha\alpha'$-chlorodiméthyle $SO^4(CH^2Cl)^2$ de manière assez avantageuse.

Les autres éthers sulfuriques neutres sont presque demeurés des curiosités. Pour se les procurer, on devait naturellement penser à utiliser les éthers $SO^2\langle{}^{Cl}_{OR}$ de l'acide chlorosulfonique; mais l'action de ces composés sur les alcools est décevante; elle n'aboutit pas en proportion notable au sulfate attendu. Bushong (1903) a indiqué de substituer aux alcools leurs dérivés sodés mis en suspension dans l'éther anhydre énergiquement refroidi. Cette technique ne permet évidemment pas la préparation aisée de quantités un peu importantes de matière.

L'observation de la vive réaction que produit le nitrite d'isoamyle au contact du chlorosulfonate de méthyle m'a conduit à étudier une nouvelle méthode de passage des chlorosulfonates aux sulfates d'alcoyles symétriques ou mixtes. Un éther nitreux introduit peu à peu dans un chlorosulfonate légèrement chauffé engendre un éther sulfurique neutre, avec grand déga-

---

(1) K. FUCHS et E. KATSCHER, *D. Ch. G.*, 60, 1927, p. 2288.

gement de chaleur et mise en liberté de chlorure de nitrosyle. La réaction est en principe la suivante :

$$SO^2\langle^{OR}_{Cl} + O = N - OR' = SO^2\langle^{OR}_{OR'} + NOCl\nearrow$$

R et R' radicaux alcooliques.

Comme les éthers nitreux réagissent également sur les éthers sulfuriques neutres, on arrêtera l'opération dès que le mélange aura perdu les propriétés lacrymogènes caractéristiques du chlorosulfonate. Le rendement ne pourra être intégral ; il sera cependant suffisant dans nombre de cas (40 pour 100, par exemple, en sulfate distillé pur) pour que le procédé s'applique avantageusement.

Voyons maintenant de façon précise comment atteindre d'abord les sulfates diméthylique et diéthylique.

II. *Sulfate diméthylique* $SO^4(CH^3)^2$. — Bien entendu, la réaction n'offre alors aucune importance pratique ; on l'a essayée cependant pour éprouver la méthode. Ayant placé du chlorosulfonate de méthyle dans un bain initialement chauffé vers 80°, on y a dirigé un courant de nitrite de méthyle, réglé de manière à maintenir la température intérieure à une vingtaine de degrés au-dessus de celle du bain. Le gaz jaune, fumant à l'air, qui se dégageait, se condensait en liquide rouge dans une ampoule convenablement refroidie. Élevant peu à peu la température du bain vers 120°, on a laissé celle du liquide en expérience monter jusqu'à 140°-145°. Après retour à la température ordinaire, ce liquide a été agité avec de l'eau glacée ; une couche inférieure jaune a été séparée, desséchée sur sulfate de soude anhydre, puis distillée dans le vide. Elle est passée très sensiblement à point fixe, 80° sous 17^{mm} environ. Les constantes physiques mesurées pour le distillat, $d^0 = 1,349$ à $1,350$ et $n_D^{13°} = 1,389$, sont exactement celles du sulfate diméthylique, qui s'obtient ainsi pur de 1er jet. Rendement 40 pour 100. Il me faut signaler, dans ce cas particulier, l'apparition, au cours de la réaction, d'un solide dont la constitution reste à déterminer, et qui disparaît à la fin.

III. *Sulfate diéthylique* $SO^4(C^2H^5)^2$. — J'en ai étudié plus à fond la production, afin de mettre au point la technique expérimentale, et j'ai porté le rendement jusqu'à 55 pour 100 en sulfate distillé pratiquement pur.

Quand du chlorosulfonate d'éthyle reçoit un courant assez rapide de nitrite d'éthyle en vapeur, sa température s'élève vite vers son point d'ébullition. Mais il est préférable de disposer le chlorosulfonate dans un bain-marie maintenu vers 80-90°, afin de réaliser une bonne absorption du nitrite par un débit plus faible. Ce débit sera réglé de façon que la tempé-

rature du liquide demeure stationnaire aux environs de 100°; le rendement baisse si l'on dépasse notablement cette température. Les gaz mis en liberté sont commodément arrêtés dans une solution de soude. On emploiera un très léger excès de nitrite (de l'ordre de $\frac{1}{10}$ en plus de la quantité prévue par l'équation théorique), le pouvoir lacrymogène du liquide ne s'évanouissant complètement que dans ces conditions. Un plus grand excès diminue le rendement. Bien qu'il soit possible de distiller dans le vide sans laver à l'eau, ce lavage donne de suite un produit plus pur. Voici, à titre d'exemple, le compte rendu d'une expérience :

434^g (3 molécules-gramme) de $SO^2\langle^{Cl}_{OC^2H^5}$, introduits dans un ballon à réfrigérant ascendant, ont été chauffés dans un bain-marie à 80-90°. On y a fait arriver progressivement 250^g de $NO^2C^2H^5$ (3 molécules-gramme pèsent 225^g) dont on a surveillé l'admission de façon que la température du liquide reste toujours comprise entre 95 et 105°. Ce liquide s'est coloré en rouge brun dès le début; il était plus foncé encore à la fin. Refroidi, puis agité avec de l'eau glacée, il a fourni (couche inférieure) 326^g d'une huile brune légèrement trouble, qui a été abandonnée sur sulfate de soude jusqu'à parfaite limpidité. Lors de la distillation dans le vide, le thermomètre est monté de suite à 97° sous 17^{mm}. Après séparation d'une légère tête. on a recueilli 255^g de liquide incolore, à odeur fine de menthe poivrée, passé à 97-98° sous 17 à 15^{mm}.

Constantes du distillat : $d^0 = 1,203$; $n_D^{13°} = 1,403$. Rendement : 55 pour 100.

Si l'on redistille du sulfate diéthylique fabriqué dans de semblables opérations, le liquide passe à 97-98° sous 16^{mm}. Constantes du sulfate redistillé : $n_D^{14°,5} = 1,4022$; $d^0 = 1,202$; $d^{16°} = 1,186$ (variation de la densité : 0,0010 par degré). Réfraction moléculaire expérimentale (en adoptant $d^{14°,5} = 1,185$) : 31,66. Réfraction moléculaire calculée à partir de celle du sulfate diméthylique : 31,68 [en prenant 22,45 pour réfraction moléculaire du sulfate diméthylique (¹)].

CHIMIE ORGANIQUE. — *Actions réciproques de l'acide picrique et de la cycloglycyl-glycine.* Note (²) de MM. **A. Morel** et **P. Preceptis**, transmise par M. Grignard.

Nous avons étudié ces actions dans deux cas différents :

1° *En milieu acide*, c'est-à-dire dans la solution aqueuse des deux corps, en proportions équimoléculaires, sans addition d'alcali.

(¹) V. Grignard, C. Toussaint et J. Cazin, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 43, 1928, p. 541.

(²) Séance du 9 juillet 1928.

Nous avons ainsi obtenu, après ébullition prolongée et concentration dans le vide, des cristaux jaunes, qui, après lavage à l'éther et recristallisation très lente de leur dissolution dans l'eau froide, se sont déposés en tablettes brillantes. L'analyse chimique et l'étude cristallographique, celle-ci effectuée par M. A. Galy, les ont identifiés avec le monopicrate de monoglycyl-glycine

$$C^6H^2(NO^2)^3OH, \quad NH^2-CH^2-CO-NH-CH^2-COOH,$$

semblable au corps obtenu par nous par action directe de l'acide picrique sur la glycyl-glycine.

La fixation du colorant sur le peptide ne s'effectue donc pas, dans ce cas, suivant le type d'une combinaison moléculaire, mais bien par salification d'un groupement aminé, auquel une hydrolyse d'un des CO — NH du noyau 2.5-dioxopipérazinique $HN\langle\begin{smallmatrix}CO-CH^2\\CH^2-CO\end{smallmatrix}\rangle NH$ a donné naissance. Le dosage de l'azote aminé par la méthode de Van Slyke nous a fourni une démonstration péremptoire de la réalité de cette hydrolyse, puisque la cycloglycyl-glycine ne laisse pas degager d'azote dans les mêmes circonstances;

2° *En milieu faiblement alcalin*, c'est-à-dire dans les conditions de la réaction picrosodique que Sasaki (¹) a montré être donnée par les cyclopeptides renfermant du glycocolle et qu'Abderhalden et Komm (²), qui l'ont étendue à la plupart des autres cyclopeptides, considèrent comme caractéristique de la présence du groupe carbonyle des noyaux 2.5-dioxopipéraziniques dans les protides.

Nous avons recherché la nature des produits de cette réaction.

Les résultats négatifs de la diazoréaction de Derrien, que nous avions déjà signalés (³) avec A. Siméon, nous indiquaient qu'on ne peut pas étendre à ces produits la constatation de la production d'acide picramique, que A. W. Dox (⁴) dit avoir faite dans la liqueur rouge provenant du chauffage de l'acide picrique avec de l'acide barbiturique et de la lessive de soude, les conditions étant différentes.

Pour pouvoir isoler ces produits, nous avons substitué au carbonate de soude l'eau de baryte, base quantitativement éliminable, par la suite, à l'état de sulfate. En con-

---

(¹) Sasaki, *Biochem. Zeitschr.*, 114, 1921, p. 62.
(²) Abderhalden et Komm, *Zeitschr. physiolog. Chem.*, 139, 1924, p. 183.
(³) A. Morel et A. Siméon, *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, 39, 1926, p. 1202.
(⁴) A. W. Dox, *Zeitschr. physiol. Chem.*, 150, 1925, p. 118.

centrant la solution rouge, nous avons obtenu des cristaux jaunes, orangés ou même bruns, et un dépôt d'une matière amorphe rouge foncé.

Les cristaux se sont révélés par l'analyse chimique et par l'examen cristallographique comme étant du picrate de glycyl-glycine, la coloration rouge ou brune de certains d'entre eux étant due à l'entraînement du colorant ci-dessous décrit.

Celui-ci a pu être étudié de plus près, grâce à un procédé d'isolement avantageux. Il est, en effet, précipitable sous la forme d'une poudre rouge qui renferme de 30 à 35 pour 100 de baryum, par addition d'un excès d'eau de baryte au milieu réactionnel. Cette poudre, débarrassée de baryum par l'acide sulfurique, nous a donné une substance rouge soluble dans l'eau, dans les alcalis, insoluble dans l'éther et dans le chloroforme. La diazoréaction de Derrien négative montre que cette substance ne renferme pas de phénol aminé-nitré; mais parce qu'elle est positive après réduction à l'aide du glucose, elle montre que l'on a affaire à des produits de réduction intermédiaire et incomplète de l'acide picrique.

Les constatations, que nous y avons faites, de propriétés tinctoriales sur le coton sans mordant et sur la soie, de la précipitabilité par les acétates des métaux lourds, de la non-précipitabilité presque complète par le nitron, nous y ont fait déceler par là les caractères des *composés azoxyques* que sont venus confirmer les dosages de l'azote et des groupements réductibles par le chlorure de titane. Quand on abandonne longtemps à l'air et à la lumière les eaux mères du dépôt précédent, on voit se déposer une poudre brun foncé, très peu soluble, analogue aux composés humiques et mal définis, que décrit Lobry et Bruyn [1] dans la réduction des dérivés polynitrés sous l'action de la soude.

La production de dérivés azoxyques de réduction de l'acide picrique par la cycloglycyl-glycine en milieu alcalin ressemble donc à celle qu'ont observé récemment MM. A. Seyewetz et D. Mounier [2] sur les colorants nitrés, fixés sur le coton et exposés à la lumière ou aux rayons ultraviolets.

Elle ne nous a pas paru différer de celle que réalise beaucoup plus lentement le carbonate de soude concentré, à l'ébullition; l'action de la cycloglycyl-glycine $HN\left\langle\begin{matrix}CO - CH^2\\CH^2 - CO\end{matrix}\right\rangle NH$ se manifestant par une accélération considérable et la possibilité de l'emploi d'un réactif beaucoup moins alcalin.

Elle diffère, par contre, de l'action des constituants sulfurés et aldéhydiques des protides, en milieu de même alcalinité, qui, elle, va principalement jusqu'au terme aminé-nitré, facilement décelable par la diazoréaction de Derrien et dépourvu de propriétés tinctoriales.

---

(1) LOBRY DE BRUYN, *Rec. Trav. chim. Pays-Bas*, **13**, 1894, p. 120.

(2) A. SEYEWETZ et D. MOUNIER, *Comptes rendus*, **185**, 1927, p. 1279, et *Bull. Société chimique de France*, 4e série, **43**, 1928, p. 648.

Mais elle ressemble à la réduction causée par la créatinine

$$HN = C \begin{matrix} \diagup NH - CO \\ \diagdown N - CH^2 \\ \quad | \\ \quad CH^3 \end{matrix},$$

qui est dans le cas des noyaux 2.5-dioxopipéraziniques, renfermant un carbonyle, qu'aucune substitution sur le C voisin n'empêche d'entrer dans un groupement énolique.

Pour ces raisons, cette formation principale de dérivés azoxyques dans les conditions de la réaction picrosodique d'Abderhalden et Komm paraît avoir, ainsi que l'ont avancé ces deux chimistes, une valeur pour confirmer les autres preuves de l'existence, dans les protides, de noyaux renfermant un pareil carbonyle.

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des grès du Naranco (Asturies).* Note [1] de M. G. **Delépine**, transmise par M. Ch. Barrois.

La montagne du Naranco, qui domine au Nord la ville d'Oviedo, est constituée sur son versant méridional par des calcaires dévoniens, exploités, que M. Ch. Barrois a rapportés à la zone de Moniello ou partie inférieure du Dévonien moyen [2]. Ces calcaires reposent, en série renversée, sur des grès et schistes, tantôt verdâtres, tantôt ferrugineux; une bande mince, quelques mètres seulement, de calcaires blancs massifs, séparent ces grès des *marbres griottes* rouges, dont M. Barrois a démontré l'âge dinantien.

L'âge des grès du Naranco est demeuré indéterminé. On les a considérés naguère comme appartenant au Dévonien supérieur [3], sans autre raison que leur superposition à des calcaires du Dévonien moyen; le gisement du Naranco ne livre dans les grès que de rares empreintes de fossiles indéterminables.

Mais on peut suivre ces grès, et les formations qui les encadrent, à l'ouest et au sud-ouest d'Oviedo, où ils affleurent à plusieurs reprises dans les vallées du Nalon et de la Truvia.

---

(1) Séance du 17 juillet 1928.

(2) Ch. Barrois, *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice* (*Mém. Soc. géol. du Nord*, 2, 1, Lille, 1882, p. 496).

(3) *Livret-Guide des Excursions du XIVe Congrès géologique international, Asturies*, Madrid, 1926, p. 29-32.

Le premier de ces affleurements est situé sur les rives du Nalon, à 3km au nord de la fabrique d'armes de Truvia : aux calcaires exploités, à Stromatopores et *Pachypora polymorpha* Goldf., succèdent les grès et schistes verdâtres, relayés à plusieurs reprises par des grès ferrugineux; l'ensemble des grès et schistes atteint près de 350m; 10 à 12m d'un calcaire blanc massif séparent ces grès des *marbres griottes* du Dinantien. C'est dans les 50 derniers mètres de la série gréseuse que se trouvent les couches les plus ferrugineuses et en même temps les plus riches en fossiles; elles m'ont fourni les espèces suivantes : *Schuchertella umbraculum* Goldf., *Stropheodonta piligera* Sandb., *Schizophoria striatula* Schloth., *Chonetes minuta* Goldf., *Spirifer paradoxus* Schloth., *Cyrtina heteroclita* Defr., *Thylacocrinus* sp. et de nombreux Bryozoaires.

J'ai pu m'assurer que l'on retrouve exactement la même succession dans la vallée de la Truvia, à San Andres : calcaires dévoniens exploités, importante série de grès et schistes avec couches ferrugineuses à la partie supérieure, quelques mètres de calcaire blanc massif, celui-ci légèrement rubéfié près des grès, enfin *griottes* du Dinantien. La même série réapparaît encore deux fois entre Proaza et Teberga : au sud des gorges dites des Peñas Juntas, puis à 2km en aval d'Entrago. Dans ces deux derniers affleurements, j'ai recueilli une faune moins complète qu'au nord de Truvia, mais suffisamment caractérisée par l'abondance des mêmes *Stropheodonat* et fragments des mêmes *Spirifer* et *Cyrtina*.

La faune de ces grès ferrugineux ne laisse point de doute sur l'âge *dévonien moyen* des grès du Naranco; elle indique qu'ils se sont déposés au commencement du Dévonien moyen, à l'Eifélien. On peut donc les rapporter à la série des grès observés par M. Ch. Barrois sur toute la côte du Peroño, près de Luanco, et dont il avait reconnu l'âge dévonien moyen. La grande extension de ces formations gréseuses confirme l'observation générale formulée par cet auteur : « Il y aurait eu dans les Asturies, à la fin de l'époque dévonienne inférieure, des modifications orographiques suffisantes pour arrêter la formation des calcaires et déterminer un dépôt de couches arénacées qui se serait continué pendant toute la durée du Dévonien moyen » (1).

Une autre conclusion se dégage de ces observations. Les *marbres griottes*, qui sont la plus ancienne formation d'âge carbonifère dans les Asturies, reposent sur le Dévonien moyen dans toute la région comprise entre le

(1) Ch. Barrois, *op. cit.*, p. 478.

Naranco et Teberga; ils reposent ailleurs sur les quartzites siluriens; en quelques endroits seulement, au nord-ouest d'Oviédo, sur le Dévonien supérieur. On peut en conclure qu'une longue période d'émersion et d'érosion, qui a pu commencer en quelques points, même avant la fin du Dévonien, a précédé la transgression marine du Viséen, marquée par le dépôt des *Marbres griottes*.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la loi de constitution de l'atmosphère.* Note (¹) de M. R. **Esnault-Pelterie**, présentée par M. Fichot.

Dans une précédente Communication, l'auteur a proposé une formule absolument générale permettant la détermination de l'altitude vraie avec une bonne approximation par la simple mesure de p et T (*Comptes rendus*, 187, 1928, p. 55); on peut essayer d'appliquer les formules analogues représentant μ/μ_0 et μ en f (Z, T), à des valeurs moyennes et comparer les résultats obtenus à ceux des formules de moyennes générales usitées jusqu'ici.

Loi adoptée.	$\left(\frac{dT}{dZ}\right)_{Z=0}$. o km	$\left(\frac{dT}{dZ}\right)_{Z=10^{km},5}$. o km	$\frac{\mu}{\mu_0}$.
1. Loi linéaire simple	—6,667	— 6,667	0,3167
2. $\frac{dT}{dZ} = -k(h+Z)^{\frac{1}{3}}$	—5	— 8	0,3207
3. $\frac{dT}{dZ} = -k(h+Z)^{\frac{1}{2}}$	»	— 8,09	0,3212
4. $\frac{dT}{dZ} = -k(h+Z)$	»	— 8,33	0,3218
5. $\frac{dT}{dZ} = -k(h+Z)^2$	»	— 8,48	0,3219
6. Loi bilinéaire	»	— 8	0,3232
7. Loi bilinéaire	»	—10	0,3267

Il est avantageux de se servir dans ce but de valeurs expérimentales moyennes ou usuelles de dT/dZ. J'ai fait varier celles-ci de — 5° à — 6°667, par kilomètre au sol et de — 6°667 à — 10° par kilomètre à 10 500^m d'altitude. Je considère cette dernière comme la limite de la couche « adiabatique » et sa température comme constante et égale à 219°A; le gradient maximum choisi de — 10° km correspondrait à une détente adiabatique

(¹) Séance du 27 juillet 1928.

parfaite, il ne peut donc certainement jamais être atteint puisqu'il nécessiterait des courants verticaux *sans brassage* entre les masses montantes et les masses descendantes.

Les résultats sont indiqués au tableau ci-dessus.

C'est la loi 2 qui semble représenter le mieux les valeurs moyennes généralement admises pour $\frac{dT}{dZ}$ en fonction de Z, mais on voit combien $\frac{\mu_{10.500}}{\mu_0}$ varie peu quand la loi choisie varie entre les valeurs possibles pour une loi moyenne.

Si maintenant, ayant choisi par exemple la loi 2, on fait varier la température au sol T_0 de $-5°$ à $+30°$, on obtient les résultats suivants :

T_0.	$-5°$.	$0°$.	$+5°$.	$+10°$.	$+15°$.	$+20°$.	$+25°$.	$+30°$.	
$\frac{\mu_{10.500}}{\mu_0}$..	0,2801	0,2899	0,2955	0,3090	0,3191	0,3291	0,3391	0,3491	
$\mu_{10.500}$..	0,3706	0,3763	0,3817	0,3872	0,3926	0,3980	0,4033	0,4086	10^{-3}
$\frac{p}{p_0}$....	0,2291	0,2326	0,2359	0,2393	0,2426	0,2460	0,2492	0,2524	

montrant l'action considérable de la température au sol et la nécessité, si l'on veut faire des moyennes quelque peu cohérentes, de classer les expériences en fonction de cette température au sol.

Il y a lieu de remarquer que μ est une fonction presque linéaire et croissante de T_0, tandis qu'entre les limites considérées, μ_0 est une fonction à peu près linéaire et *décroissante* de la même quantité ; il y a donc lieu de supposer qu'il existe entre 0 et 10500^m une altitude pour laquelle μ est presque exactement indépendant de T_0. J'ai vérifié que le fait se réalise mathématiquement à l'altitude de 5170 ; il serait intéressant de le vérifier expérimentalement.

La loi n° 2 proposée doit permettre de connaître un jour quelconque la densité atmosphérique en fonction de l'altitude à quelques centièmes près par la simple mesure de la température au sol, exception faite naturellement des jours où la répartition des températures affecte une allure par trop exceptionnelle et présente, par exemple de fortes inversions.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les gaz rares des sources thermales et les grands tremblements de terre des 14 et 18 avril 1928 en Bulgarie.* Note (1) de M. **N.-P. Péntcheff**, transmise par M. Charles Moureu.

Les tremblements de terre des 14 et 18 avril 1928 dans la Bulgarie du Sud ont provoqué une grande variation dans le régime de plusieurs sources de la région atteinte. Parmi les six sources thermales, dont nous avons analysé les gaz spontanés au point de vue des gaz rares (2), celles d'Hissar (Kuptchez et Tchouloudja) et de Kovanlik sont les plus influencées par le cataclysme.

L'influence se manifeste tout d'abord dans les changements des débits d'eau : le débit de la source Tchouloudja devint après les tremblements de terre presque double; la source de Kovanlik (captage du bain) avait tari pendant une vingtaine de jours, après quoi l'eau revint progressivement en cherchant à atteindre son débit normal. On a remarqué aussi une variation, quoique faible, dans la température.

Composition centésimale, en volumes, des gaz spontanés secs, par rapport aux gaz rares.

Date du prélèvement.	Gaz rares (en bloc).	Densité du mélange global des gaz rares (gr/litre normal).	He.	Ar.
Source : Tchouloudja (Hissar).				
9 octobre 1927 (avant les tremblements de terre)	1,382	1,721	0,054	1,328
20 mai 1928 (après les tremblements de terre)	1,378	1,715	0,059	1,319
Source : Kovanlik (captage du bain).				
6 novembre 1927 (avant les tremblements de terre)	1,978	1,578	0,254	1,724
10 juin 1928 (après les tremblements de terre)	1,992	1,575	0,259	1,733

Pour constater si les tremblements de terre ne modifieraient pas dans

(1) Séance du 17 juillet 1928.

(2) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 511, et 186, 1928, p. 249.

une certaine mesure la teneur en gaz rares dans les gaz spontanés des sources thermales (on pourrait attendre une modification notamment pour l'hélium), nous avons analysé de nouveau les gaz de Tchouloudja (Hissar) et de Kovanlik, d'après la méthode déjà exposée ([1]).

Le tableau ci-dessus résume les résultats de nos recherches, faites avant et après les tremblements de terre.

On voit que la teneur en gaz rares de ces deux sources reste presque invariable. Les petites différences dans les valeurs respectives sont de l'ordre des erreurs des expériences. Seule la variation dans la densité du mélange global des gaz rares de la source Tchouloudja peut être considérée comme un faible écart dans la teneur surtout pour l'hélium, mais aussi d'un ordre qui le fait négligeable.

Ces recherches, qui prouvent par voie expérimentale l'inviolabilité des gaz rares et de l'azote ([2]) par les phénomènes géologiques, élargissent la base expérimentale de la loi de constance que MM. Moureu et Lepape ont formulée relativement à la composition de l'azote brut (azote + gaz rares) des gaz naturels ([3]).

Quant à l'influence des tremblements de terre sur la radioactivité des sources thermales, on ne peut pas tirer des conclusions assez sûres, parce que les mesures respectives ont été faites longtemps avant la catastrophe.

En tout cas, les données sur la radioactivité, exposées ci-après, présentent des variations assez considérables (notamment pour la source Tchouloudja), probablement dues aux tremblements de terre.

Radioactivité par litre d'eau ([4]).

		Curie.
Source Tchouloudja	avant les tremblements de terre (en 1911)....	$17.^{-10}$
»	après les tremblements de terre (en 1928).....	44 »
Source de Kovanlik	avant les tremblements de terre (en 1916)....	110 »
»	après les tremblements de terre (en 1928)....	93 »

([1]) *Loc. cit.*

([2]) La partie principale (plus que 95 pour 100) des gaz spontanés des sources étudiées est composée d'azote.

([3]) *Journal de Chimie physique*, 11, 1913, p. 134-152.

([4]) D'après les mesures de P. B. Péntcheff.

CYTOLOGIE. — *Contribution à l'étude caryologique du genre* Medicago. Note (¹) de M. V. **Ghimpu**, transmise par M. Molliard.

On connaît les multiples travaux poursuivis sur la division nucléaire et spécialement le nombre et la disposition des chromosomes chez diverses espèces de genres complexes. Ces travaux ont permis de mieux comprendre la systématique de ces genres, de préciser les affinités pouvant exister entre certaines de ces espèces, et même, parfois, de laisser entrevoir l'origine de celles-ci; on conçoit l'intérêt que de telles recherches peuvent présenter en agriculture pour la meilleure connaissance de nombreuses plantes cultivées.

Nous avons entrepris l'étude du noyau et des chromosomes dans le genre *Medicago*, qui comprend de nombreuses espèces, toutes plantes fourragères de grande valeur, et qui n'a pas encore fait l'objet d'une étude caryologique. La caryocinèse a été étudiée et les chromosomes comptés dans des coupes transversales du méristème radiculaire de plantes en voie de germination; les liquides de Navachine, de Helly et de Lenoir ont été utilisés comme fixateurs; la coloration a été faite à l'hématoxyline ferrique de Heidenhain.

Dans le noyau quiescent on observe un réticulum au milieu duquel existe généralement un assez gros nucléole, parfois deux plus petits, rarement trois. Ces éléments ne sont pas homogènes, mais ils possèdent une structure complexe qui nous occupera ultérieurement. A la prophase une sorte de chaînette constituée par les divers chromosomes rapidement individualisés, mais placés bout à bout, apparaît dans le noyau. Il sera bientôt possible de voir un clivage se dessiner dans chacun de ces chromosomes avant qu'ils ne se rangent à la plaque équatoriale. A la fin de la prophase le ou les nucléoles disparaissent sans avoir, semble-t-il, contribué pour une grande part à la formation des chromosomes.

Pour les 14 espèces étudiées il a été possible de déterminer à la métaphase les nombres suivants ($2n$) :

Section	*Falcago :*	*Medicago sativa*	32
»	*Lupularia :*	*M. lupulina*	16
»	*Spirocarpos :*	*M. scutellata*	32
»	»	*M. orbicularis*	16

(¹) Séance du 17 juillet 1928.

Section *Spirocarpos* :	*M. Echinus*		16
»	»	*M. disciformis*	16
»	»	*M. minima*	16
»	»	*M. maculata*	16
»	»	*M. sphærocarpa*	16
»	»	*M. rigidula*	16
»	»	*M. tornata*	16
»	»	*M. Fenoreana*	16
»	»	*M. truncatula*	16
»	»	*M. Helix*	16

1. 2. 3

4. 5. 6.

7. 8 9.

Images de mitoses somatiques chez divers *Médicago*.
Métaphases : 1. *M. sativa;* 2. *M, scutellata ;* 3. *M. orbicularis;* 4. *M. minima;* 5. *M. maculata;* 6. *M. sphærocarpa;* 7. *M. lupulina;* 8. *M. disciformis.* Anaphase : 9. *M. Echinus* (gross. env. 1800).

Ces chromosomes se présentent tous sous la forme d'une anse. Dans une même espèce il n'existe aucune différence sensible dans la taille respective

des chromosomes; par contre, des variations assez grandes peuvent être constatées d'espèce à espèce. Dès maintenant on peut entrevoir une répartition en quatre groupes, d'après le nombre et la dimension des chromosomes, des diverses espèces du genre *Medicago* : 1° espèces possédant 16 chromosomes de grande taille : *M. orbicularis*; 2° espèces possédant 16 chromosomes de taille moyenne : *M. Echinus*; 3° espèces possédant 32 chromosomes de taille moyenne : *M. sativa*; 4° espèces possédant 16 chromosomes de petite taille : *M. scutellata*, *M. minima*, *M. lupulina*, etc. ([1]) Ce groupement ne correspond pas exactement à celui établi par les systématiciens d'après les caractères morphologiques de la gousse. Il faut cependant remarquer que *M. sativa*, l'unique espèce de la section *Falcago*, étudiée ici, possède un matériel chromosomique qui lui est tout à fait propre. De nouvelles recherches sont dès maintenant entreprises pour préciser les caractères caryologiques des espèces de *Medicago* et reconnaître jusqu'à quel point cette connaissance peut éclairer la systématique du genre. Il ne semble pas prématuré de penser que grâce à la caryologie, il sera possible de procéder scientifiquement à un contrôle averti des semences de *Medicago*, contrôle particulièrement difficile par l'examen des caractères extérieurs, en raison de la grande similitude morphologique des graines des diverses espèces.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les échanges respiratoires des plantes attaquées par des Urédinées.* Note de M. **Maresquelle**, présentée par M. Blaringhem.

On sait que les tissus végétaux envahis par des champignons endophytes ont une respiration bien plus active que les mêmes tissus indemnes : dès 1920, M. Nicolas ([2]) le montrait sur de nombreux exemples. Mais M. Kourssanow ([3]), étudiant récemment un cas particulier (*Ustilago Tritici*), observait une stimulation générale des échanges respiratoires de la plante attaquée : jusque dans les organes qui ne sont pas effectivement envahis par le parasite.

Je donne ici les conclusions d'études poursuivies depuis deux ans sur les

---

([1]) On ne peut, d'après les figures représentées ici, juger d'une manière précise ni de la forme ni de la taille des chromosomes qui sont en effet situés dans des plans différents.

([2]) *Comptes rendus*, 170, 1920, p. 750.

([3]) *Revue générale de Botanique*, 40, 1928, p. 277.

Urédinées. Elles apportent une interprétation de la nature du phénomène : il n'y a pas lieu d'invoquer une stimulation des tissus de l'hôte par le parasite ; on doit attribuer l'accroissement des échanges à la respiration propre du champignon.

Les mesures portent sur une quinzaine d'espèces différentes ; elles ont pour objet des organes, ou fragments d'organes, uniformément envahis par le mycélium en voie de fructification

L'intensité respiratoire est mesurée par l'absorption horaire d'oxygène, rapportée au poids sec (respiration en atmosphère confinée, analyse eudiométrique des produits de la respiration selon la technique Laulanié-Plantefol, 1925).

Les résultats généraux confirment entièrement ceux de M. Nicolas ; le tissu parasité a une intensité respiratoire plus forte que le tissu indemne (augmentation très variable, e plus souvent comprise entre 50 et 125 pour 100). Pour le quotient respiratoire, il n'y a pas de règle : tantôt plus fort, tantôt plus faible chez la plante attaquée que chez la plante saine, il oscille généralement entre 0,8 et 1.

Trois sortes d'observations contribuent à l'analyse du phénomène :

1° Les échanges respiratoires sont le plus intenses avant la maturation des spores, c'est-à-dire quand le mycélium est le plus abondant ; ils diminuent ensuite, quand les spores mûrissent et que le mycélium se vide à leur profit.

Par exemple, les feuilles d'*Euphorbia verrucosa* Lam., atteintes de la Rouille *Uromyces excavatus* (D. C.) Lév. III, m'ont donné, à un stade où les sores ébauchés ne sont pas encore épanouis, une intensité respiratoire de $1^{cm^3},66$ (oxygène absorbé par gramme/sec/heure) ; au stade de pleine maturité, elle n'était plus que de $0^{cm^3},82$. Pour les feuilles saines elle était de $0^{cm^3},61$. Ici la présence du parasite détermine une augmentation d'intensité respiratoire de 172 pour 100 avant la maturation, 34 pour 100 après.

Autre exemple : *Puccinia Vincæ* (D. C.) Berk. sur *Vinca major* L. a fourni les chiffres suivants : augmentation de 76 pour 100 avant maturation, de 8 pour 100 après.

2° L'augmentation des échanges s'observe dans le tissu envahi, mais non dans les tissus voisins indemnes.

On obtient des résultats très réguliers avec la Rouille grillagée du Poirier [*Gymnosporangium Sabinæ* (Dicks.) Winter I sur *Pirus communis* L.] : on découpe, dans le limbe, des plages rouillées, des fragments indemnes contigus aux plages rouillées, enfin des fragments de limbe indemne éloignés de toute zone d'attaque. On constitue ainsi trois lots, dont on mesure l'intensité respiratoire :

Tissu attaqué	1,04	1,08	1,11	»
Tissu sain voisin du tissu attaqué	0,58	0,58	0,49	»
Tissu sain témoin	0,48	0,50	0,52	0,60

3° L'accroissement de l'intensité respiratoire existe aussi bien pour les Rouilles déformantes et pour les Rouilles sans action morphogène :

Rouilles déformantes :

Uromyces scutellatus (Schr.) Lév. sur *Euphorbia cyparissias* L. .... 100 %
Puccinia Agropyri Ell. et Ev. sur *Clematis vitalba* L. .... 50 »

Rouilles non déformantes :

Puccinia Malvacearum Mont. sur *Althaea rosea* L. .... 50 »
Melampsorella Symphyti (D. C.) Bub. sur *Symphytum officinale* L. ...... de 40 à 140 »

Ces trois résultats ne comportent que des restrictions de détail : dans certains cas, j'ai observé, chez les tissus indemnes voisins des zones attaquées, une respiration supérieure à la normale : il y a donc stimulation des échanges de l'hôte lui-même (*Puccinia Adoxæ* Hedw. sur *Adoxa moschatellina* L.) [1]; mais la différence n'est que rarement importante. D'autre part, en ce qui concerne les Rouilles déformantes, il est vraisemblable que le tissu hypertrophié de l'hôte a une respiration propre différente de celle du tissu sain ; mais ceci aussi ne doit être qu'un petit phénomène, puisque les résultats sont de même ordre quand le parasite est déformant et quand il ne l'est pas.

Conclusion. — L'augmentation des échanges respiratoires, déterminée par le parasite, est liée avant tout à la présence et à l'abondance du mycélium : je l'attribue à la respiration propre de ce dernier. Le phénomène doit se ramener à l'addition de deux métabolismes. Cela n'exclut pas toute action spécifique ; mais l'Urédinée est d'abord *un parasite qui se nourrit.*

AGRONOMIE. — *L'agronomie alpine appliquée à l'étude de la formation des terres arables.* Note [2] de M. **Laurent Rigotard**, présentée par M. L. Cayeux.

Les recherches d'agronomie faites sur les montagnes peuvent renseigner très utilement sur la formation des sols, sur la genèse de leurs caractères physiques, chimiques et biologiques. Je viens de m'en rendre compte en examinant des sols des montagnes du Dauphiné depuis 200^{m} jusqu'à 3200^{m} d'altitude. (Recherches faites sous le patronage de l'Institut des Recherches agronomiques.)

---

(1) Voir aussi les observations de M. Kourssanow (*loc. cit.*).
(2) Séance du 2 juillet 1928.

Près du sommet des pics isolés, aucun apport d'élément extérieur ne trouble la désagrégation presque uniquement physique des roches sous l'influence des gelées répétées, de la foudre, des radiations ultraviolettes, etc. En descendant la pente, on peut suivre pas à pas la fragmentation du massif rocheux, puis des blocs et des cailloux, qui, roulant sur les flancs de la montagne, forment, dès que l'inclinaison des versants est atténuée, des sols fixés, au moins temporairement, où la végétation s'établit. On constate l'altération de plusieurs minéraux constituants. L'analyse chimique renseigne sur les éléments fertilisants qu'ils apportent au sol. Dès que la végétation s'installe, elle retient et rassemble dans la couche superficielle des éléments fertilisants qui, sans elle, seraient entraînés par les eaux météoriques.

L'analyse physique et chimique des roches mères et des terres naissantes qui en sont formées montre l'apparition et le développement du caractère de fertilité. Elle montre en particulier que *les terres de montagnes ne sont pas des terres pauvres* au sens agronomique du mot, elles sont, même aux hautes altitudes, assez riches en éléments nutritifs pour porter une puissante végétation dès que les conditions climatiques permettent son développement.

Si l'on descend de l'arête supérieure d'une montagne dans les vallons torrentiels puis dans les vallées basses, on rencontre des sols de plus en plus complexes où les caractères donnés par une roche initiale considérée se fusionnent à ceux provenant d'autres roches situées à des niveaux inférieurs ou dont les débris sont amenés aux confluents des vallons ou des éboulis des pentes. On assiste ainsi à la formation de sols composés après avoir étudié les sols élémentaires formés sur la surface des diverses roches situées en amont.

En poursuivant cette étude on se rend compte que *l'origine géologique des terres a une grande influence sur leurs propriétés physiques, chimiques, sur l'ensemble de leurs caractères agronomiques*. Mais si l'on se borne à étudier un sol de plaine dont on n'a pas suivi la formation progressive comme fait l'agronomie alpine, on a beaucoup de peine à reconnaître les causes géologiques, minéralogiques, etc., qui ont déterminé les caractères d'un sol de cette nature qui représente un maximum de complexité par suite du grand nombre d'éléments qui ont été mélangés pour concourir à sa formation.

Ceci explique l'opinion des agronomes (Glinka) qui ont pu penser que l'origine géologique des sols a peu d'influence sur leurs propriétés agronomiques. Cette assertion doit être limitée surtout aux terrains appelés

« podsols » par les pédologues russes et allemands, podsols formés sur la surface de plaines très étendues où aucun apport n'a pu être fait depuis des époques géologiques déjà anciennes, où seuls le climat et la végétation ont agi pour donner à la terre ses caractères et sa « structure » tout à fait spéciaux. M. Vilensky d'ailleurs dans sa classification des sols, basée surtout sur l'influence du climat, a montré que les sols de cette nature l'avaient préoccupé principalement. M. Agafonoff étudiant les sols de France a constaté « que les terres y sont faiblement podsolisées ». Il est possible d'accorder l'opinion des pédologues russes sur la genèse des terres arables avec celle des agronomes qui étudient les sols des régions montagneuses. L'accord s'établit à mesure que les pédologues habitués à l'étude des vastes plaines se dirigent vers les montagnes d'une part, et que les études d'agronomie alpine nous conduisent de la haute montagne vers la plaine.

Dans nos observations nous avons surtout envisagé les sols d'origine exclusivement continentale : roches cristallines. Les quelques études comparatives faites sur les sols issus de roches cristallines (Dauphiné) ou de roches volcaniques (Italie) et sur ceux issus de roches sédimentaires ont confirmé l'importance du rôle de la mer : argile plus abondante dans les roches sédimentaires, etc. D'autre part, des observations de l'action de la mer sur les roches montrent qu'elle est importante : action de dissolution par exemple [1].

Il résulte des considérations qui précèdent que l'on peut envisager une refonte complète des classifications de sols, basée sur une meilleure connaissance de leur formation progressive à partir des diverses roches composant la surface de la Terre, et une plus précise connaissance de l'action des divers facteurs agissant pour créer de la terre arable avec des roches. Toutes les classifications tentées semblent faites à un point de vue trop particulier ou bien résulter d'études faites sur des sols qui ne représentent pas tous les cas qui se produisent dans la nature. Aucune ne doit donc être adoptée à l'heure actuelle comme classique, et le problème est à reprendre sur des bases très générales et très étendues.

---

[1] Dans des roches leucitiques, on a constaté à partir d'une certaine altitude la dissolution de la leucite qui peut être attribuée à une immersion. Observation faite par M. Félix Jourdan qui étudie les roches leucitiques et leur traitement industriel dans les exploitations entreprises par le baron Alberto Blanc à Roccamonfina, sud-est de Rome (Italie).

BIOLOGIE AGRICOLE. — *Sur la présence de formes du type* Inflatum *dans* Triticum durum *Desf.* Note de M. **E. Miège**, présentée par M. L. Blaringhem.

Dans deux Notes précédentes, j'ai signalé, d'une part, l'apparition, dans la descendance d'un hybride intraspécifique, de formes nouvelles, botaniquement très éloignées des géniteurs par tout un ensemble de caractères ([1]) et, d'autre part, celle de divers exemplaires, parfaitement caractérisés, du type « inflatum » de Vavilov, dans des lignées *Triticum vulgare* Vill., de même provenance hybride (1927). Jusqu'ici les épis, présentant des glumes et des glumelles à excroissances analogues aux capuzes, n'avaient été trouvés que dans cette dernière espèce, mais en 1927, j'en ai découvert plusieurs sur des plantes appartenant à *Triticum durum* Desf. et issues (en F. 6) du même croisement primitif : *Triticum vulgare* sp. ♁ × *Triticum vulgare* type *oasiculum* Ducel. ♂.

Le caractère « inflatum » s'est manifesté dans trois lignées différentes. Dans l'une (n° 241), je l'ai rencontré sur une plante à épi lisse, roux, pyramidal, et court, où toutes les glumelles, sauf celles des deux épillets de base, portaient sur une très courte arête élargie à son insertion et remplaçant la barbe un appendice mesurant 4×4^{mm}. Dans la seconde (n° 221), à épi blanc roussâtre, velu, rectangulaire, les barbules, larges à la base, fines au sommet et fortement tordues, montraient une légère excroissance en forme de capuchon, particulièrement nette sur une glumelle du deuxième épillet. Dans la dernière enfin (n° 299), à épi effilé, les appendices mesurant $5 \times 2^{mm},5$, existaient sur les deux faces de l'épi et dans les quatre épillets du sommet. Les glumes étaient toujours intactes et normales, contrairement à ce que j'avais constaté dans les blés tendres décrits antérieurement et qui étaient plus profondément modifiés; toutefois, la transformation des barbes et des glumelles était beaucoup plus accusée que dans le *Triticum durum-circumflexum* de Körnicke et rappelait bien davantage le type *inflatum* adopté par Flaksberger et par Vavilov, que cette dernière variété.

Il peut être intéressant de rapprocher ces observations du fait que j'ai trouvé également en 1927, des épis *inflata* dans des lignées hybrides de

---

([1]) E. Miège, *Apparition de* Triticum Durum *Desf. dans la descendance d'hybrides de deux* Trit. vulgare (*Comptes rendus*, 182, 1926, p. 1096).

Triticum durum Desf. provenant, cette fois, du croisement de deux blés durs typiques : une variété du groupe marocain Zreah (n° 030) (Var. *valenciæ* Körn.) et une variété saharienne (Amekkaoui) (Var. *hordeïforme* Körn.) qui a, d'ailleurs, la même origine que *Triticum vulgare* du type *oasicolum* employé dans le croisement précédent.

Cependant, ce caractère n'existe ici que sur un seul épi (en F. 3) roux, lisse, de faible compacité ; il est net sur une glumelle du second épillet de base, où les appendices mesurent respectivement 5 × 3^{mm} et 5 × 1^{mm},5 ; les deux excroissances sont légèrement velues à leur partie médiane et portent, à leur pourtour, un assez grand nombre de poils roux-clairs ou fauves, courts et bien fournis.

Il convient de remarquer que je n'ai observé cette présence du caractère *inflatum* sur des spécimens de *Triticum vulgare* Vill. et de *Triticum durum* Desf. que sur des plantes hybrides et, d'autre part, que dans la descendance de croisements où l'un des géniteurs appartenait à une variété saharienne. Comme je le disais précédemment, ces faits peuvent militer en faveur d'une parenté entre les formes *oasicolum* Ducel. et les types *inflatum* proposés par Flastberger et Vavilov, mais ils peuvent aussi être interprétés comme une conséquence et une manifestation plus ou moins fixée de l'état hybride des blés étudiés.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la lipase des chenilles de* Galleria mellonella. Note (1) de M. V. PERTZOFF, présentée par M. Roux.

M. S. Metalnicov, dans ses premiers travaux sur l'étude bactériologique des insectes, a émis l'opinion que la destruction très rapide des bacilles tuberculeux dans le corps des chenilles de *Galleria mellonella* se produit sous l'influence du ferment lipolytique qui attaque l'enveloppe cireuse de ces bacilles. Metalnicov a appuyé cette opinion par des preuves théoriques et surtout par de nombreuses expériences (2).

Depuis, Fontes (3), Bergel (4), Fiessenger (5) et plusieurs autres auteurs

(1) Séance du 17 juillet 1928.

(2) METALNICOV, *Arch. Sciences Biolog.*, 12, 1907, p. 10; *Zeit. f. Imm.*, 22, 1914, p. 235.

(3) FONTES, *Études sur la tuberculose* (*Mem. do Instituto Oswaldo Cruz Rio-de-Janeiro*, 1909).

(4) BERGEL, *Fettspaltendes Ferment*, *Munch. Med. Woch*, 56, 1909, p, 64; *Limphozitose*, *Berlin*, *Klin. Woch.*, 48, 1921, p. 995.

(5) FIESSINGER, *Les Ferments des Leucocytes*, p. 149; Masson, édit., 1923.

ont entièrement confirmé les travaux de S. Metalnicov sur ce sujet. Fiessenger a trouvé que la lipase de ces chenilles détruit la cire purifiée des abeilles en mettant en liberté les acides, et de même elle exerce une action hydrolysante sur la substance cireuse extraite des bacilles tuberculeux. D'après Fiessenger, les extraits des chenilles contenant la lipase ne détruisent pas les bacilles tuberculeux.

Dernièrement, nous avons repris cette question.

Pour déterminer le degré de l'hydrolyse, nous avons utilisé la méthode de Willstatter, la titration en présence de l'alcool. Comme indicateur, nous avons employé le bleu de bromothymol.

Nous avons préparé de la manière suivante les extraits contenant la lipase : les chenilles finement broyées ont été dégraissées par l'acétone et la poudre obtenue a été conservée dans l'exsiccateur sur l'acide sulfurique pur. Au fur et à mesure de la nécessité, la poudre a été triturée avec différents solvants ; la solution obtenue a été centrifugée pour la séparer des particules non dissoutes, et le liquide clair obtenu a été employé à l'expérimentation. Nous avons fait les expériences d'hydrolyse dans le milieu dont la concentration en ion hydrogène est égale à $pH = 8,2 \pm 1$, et à la température de 37° et de 45°. Comme témoins, nous nous sommes servi de solutions du ferment chauffée à 100°, ainsi que d'un mélange de lipase et des substances qui servent à l'hydrolyse, plus de l'alcool absolu.

Ces deux méthodes ont donné des résultats exactement analogues ; donc la présence de l'alcool éthylique empêche l'action de la lipase.

Dans une première série d'expériences, nous avons étudié l'action du ferment lipolytique des chenilles de *Galleria* sur l'huile d'olives. Les résultats obtenus nous ont montré que la lipase ou les lipases de la poudre sèche sont également solubles dans la glycérine à 50 pour 100, dans la solution moléculaire de NaCl et dans l'eau alcalinisée par l'ammoniaque. Le chauffage de la poudre dans la glycérine à 50 pour 100 pendant 24 heures à la tempéraтere de 37° n'augmente pas la quantité de la lipase dissoute.

Dans nos expériences suivantes, nous avons toujours utilisé la solution moléculaire de NaCl pour l'extraction de la lipase et nous nous sommes servi de toluène comme antiseptique.

La lipase des chenilles de *Galleria mellonella* exercent une action hydrolysante sur l'émulsion d'huile d'olives et sur l'émulsion de la cire des abeilles.

Nos expériences nous ont montré que, dans des conditions identiques, l'huile d'olives est un peu plus hydrolysée que la cire des abeilles. Les expériences sur les bacilles tuberculeux tués par la chaleur ont démontré de

même, qu'à la température de 45°, la lipase de *Galleria* exerce une action hydrolysante sur ces bactéries en mettant en liberté le groupement carboxyle.

De plus, nous avons étudié l'action de nos extraits de chenilles de mites des abeilles sur les bacilles tuberculeux vivants. Nous n'avons pas observé une destruction complète des bacilles, mais des changements très caractéristiques de ceux-ci se produisant sous l'influence des extraits : les bacilles se dissocient en *granules* et très souvent perdent leur acido-résistance.

Toutes ces expériences confirment pleinement l'opinion que M. S. Metalnikov a été le premier à émettre sur le rôle du ferment lipolytique dans l'infection tuberculeuse.

PHYSIOLOGIE. — *Insuline, Folliculine et Glycémie, chez le chien normal.* Note de MM. F. Rathery, R. Kourilsky et Mlle Yv. Laurent, présentée par M. A. Desgrez.

L'action hypoglycémiante de l'insuline peut être considérée comme un fait général, bien qu'il existe, dans l'importance et la durée des dénivellations glycémiques produites par cette hormone, des variations individuelles importantes. L'un de nous, avec Desgrez et Bierry (1) a déjà insisté sur cette particularité, que nous avons retrouvée depuis, au cours de nombreuses recherches expérimentales.

Par contre, l'action de la folliculine sur la glycémie est encore très peu connue; nous avons montré récemment que la folliculine avait, sur le taux du sucre sanguin, une influence incontestable qui se traduisait, le plus souvent, par une élévation glycémique.

Comme un certain nombre de travaux cliniques (2)-(3) ont établi que l'extrait folliculaire pouvait jouer un rôle dans le déterminisme de quelques syndromes diabétiques chez la femme, nous avons cherché à mettre en évidence, expérimentalement, quelle pourrait être l'influence réciproque des deux hormones sur la glycémie.

Déjà Vogt (4) admet qu'il y a chez la femme une corrélation très nette

---

(1) Desgrez, Bierry et Rathery, *Bull. Acad. Méd.*, 91, 1924, p. 407.
(2) Carnot Terris et Caroli, *Bull. et Mém. Soc. Méd. Hôp.*, 52, 1928, p. 738.
(3) Rathery et Rudolf, *Bull. et Mém. Soc. Méd. Hôp.*, 52, 1928, p. 741.
(4) Vogt, *Deutsch Med. Woch.*, 54, 1928, p. 701.

entre l'action de l'insuline et l'état du cycle ovarien; l'insuline donnerait le maximum de son effet hypoglycémiant au moment où la folliculine est à son taux de secrétion maxima. Expérimentalement, Dickens, Dodds et Wright ont mis en évidence, chez la souris et chez le lapin, une résistance à l'insuline lorsque ces animaux avaient reçu des injections préalables de folliculine.

Technique. — Nous avons cherché l'influence des injections simultanées de folliculine (10 unités) et d'insuline (20 unités) chez des chiens et des chiennes normales de 14 à 15^{kg}, soit sur la glycémie à jeun, soit sur l'hyperglycémie provoquée par l'ingestion de 20^{g} de glucose.

Nous avons pu nous rendre compte que les réactions glycémiques consécutives à l'ingestion de glucose seul, ou combinée à l'injection d'insuline, étaient sujettes, comme l'hypoglycémie insulinique elle-même, à de telles variations individuelles qu'il était préférable de déterminer, pour chaque chien, la courbe de glycémie qui lui était propre, à la fois pour l'ingestion de sucre et pour l'injection de chacune des deux hormones.

D'une façon générale, cependant, l'ingestion de glucose détermine une élévation immédiate de glycémie, atteignant son maximum de 1 à 2 heures après l'injection et retombant après 5 heures à un niveau habituellement encore supérieur au taux initial.

Lorsqu'on a injecté l'insuline en même temps que l'on fait ingérer le glucose, on constate que l'hormone atténue sans la niveler la montée hyperglycémique immédiate, consécutive à l'ingestion de glucose. Sa forte action hypoglycémiante n'apparaît qu'au bout de 1 à 2 heures suivant les cas; elle se prolonge, en s'accentuant encore, 5 heures après.

La courbe se fait donc en deux temps.

La folliculine injectée en même temps que l'insuline détermine les modifications suivantes :

A. Chiens normaux. — *Hyperglycémie provoquée* (2 animaux). — La folliculine modifie la courbe obtenue après l'ingestion de sucre et l'injection d'insuline. Chez l'un des animaux, l'hypoglycémie insulinique a été à peine prononcée et très brève; elle fut observée nettement chez l'autre, mais avec une moindre intensité que normalement, et, surtout, son déclenchement fut *très retardé* par la folliculine

		Glycémie.
Au bout de $2^{h}30^{m}$	Insuline	$0^{g},60$
	Insuline et folliculine	$1^{g},03$

B. Chiennes normales. — *a. Hyperglycémie provoquée* (2 animaux). — L'insuline laissait apparaître une hyperglycémie immédiate assez accentuée et au bout de 3 heures son effet hypoglycémiant propre.

L'injection simultanée de folliculine eut pour conséquence, chez le premier animal : 1° d'atténuer l'action immédiate de l'insuline et de permettre une poussée hyperglycémique initiale plus forte; 2° de retarder sans l'empêcher, la chute tardive de la glycémie.

Chez l'autre animal, la folliculine a amorti, à tous ses stades, l'action de l'insuline : l'hyperglycémie initiale, consécutive à l'ingestion de glucose, est plus élevée, l'hypoglycémie tardive due à l'insuline plus faible.

	Glycémie.				
	Avant.	1/2 heure.	1 heure.	2 heures.	3 heures.
Insuline....................	1,04	0,93	1,63	1,52	0,92
Insuline et Folliculine......	1,06	2,04	2,15	1,58	1,11

b. Courbe de la glycémie à jeun (2 animaux). — La folliculine a eu, dans ces deux cas, une action frénatrice évidente sur l'hypoglycémie insulinique; elle a même déterminé au bout de 2 heures, chez l'une des chiennes, un relèvement de la glycémie; chez l'autre elle a restreint l'action de l'insuline dans des proportions considérables, comme en témoignent les chiffres suivants :

	Glycémie			
Injection.	Avant.	1/2 heure.	1 heure.	2 heures.
Insuline.....................	1,34	1,35	0,84	0,83
Insuline et folliculine........	1,37	1,36	1,23	1,22

Conclusions. — La folliculine et l'insuline ont des effets antagonistes sur la glycémie. La folliculine freine l'action de l'insuline. Chez l'animal à jeun, elle diminue son effet hypoglycémiant; chez le chien ou chez la chienne en état d'hyperglycémie alimentaire, la folliculine empêche l'insuline de réduire, dans ses proportions habituelles, la poussée initiale hyperglycémique consécutive à l'ingestion de glucose et retarde, sans la supprimer le plus souvent, l'hypoglycémie tardive due à l'insuline.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Électrocardiographie au moyen d'oscillographes industriels.* Note de M. **Philippe Fabre**, transmise par M. d'Arsonval.

Un certain nombre de tentatives ont été faites en vue d'amplifier les forces électromotrices mises en jeu par les contractions musculaires. La difficulté que les expérimentateurs n'ont pu vaincre à notre connaissance

tient à l'accrochage spontané d'oscillations entre étages de triodes lorsqu'ils sont nombreux et à l'influence des champs extérieurs sur un système étendu très sensible. Nous avons pu obtenir des tracés d'une bonne amplitude à l'aide de simples oscillographes industriels (oscillographe optique de Dubois, magnéto-oscillographe d'Abraham (Carpentier) en utilisant seulement deux lampes du type à écran de plaque.

Le courant traversant ces lampes était rendu constant grâce à un kenotron travaillant à saturation, en série avec chacune d'elles. Leur coefficient d'amplification était ainsi utilisé intégralement et la marge des variations possibles du potentiel de grille considérablement accrue. Pour la lampe Philips A 442, alimentée sous 320 volts, ce coefficient s'est révélé égal à 260 et la marge du potentiel de grille de 1 volt environ. Les deux étages donnent donc un coefficient total supérieur à 60000. En réalité la tendance à l'accrochage empêche le fonctionnement à plein rendement et il faut, au moyen d'un potentiomètre, régler le potentiel de la première grille de façon que le système soit à la limite où l'accrochage va se produire. C'est d'ailleurs la seule manœuvre à effectuer. La liaison des deux étages, qu'il est utile de blinder séparément, s'effectue par un condensateur d'assez forte capacité et de très bon isolement; faute de quoi il faut pallier aux fuites par une batterie de piles en série avec la résistance normalement placée entre grille et filament dans ce mode de liaison.

Les variations de potentiel-plaque du deuxième étage sont transmises à la grille d'une troisième lampe de puissance qui actionne l'oscillographe par son courant de plaque. L'appréciation des pulsations électriques à l'oscillographe permet de régler le potentiomètre et d'obtenir une amplitude maxima généralement assez stable. Grâce à la liaison par condensateur, le courant continu de peau n'a aucune influence.

Nous donnerons par ailleurs le schéma du montage et la reproduction des tracés optiques et des tracés sur papier enfumé que nous venons d'obtenir avec lui.

Le principal avantage du système que nous proposons tient à la modicité du prix de ses éléments, à la robustesse des oscillographes industriels jointe à leur grande fidélité pour les mouvements rapides.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Transmission de la piroplasmose bovine à* Theileria dispar *de l'Afrique du Nord par la tique* Hyalomma mauritanicum. Note de MM. **Edm. Sergent, A. Donatien, L. Parrot, F. Lestoquard**, présentée par M. Roux.

Les piroplasmoses bovines dues à des parasites du genre *Theileria*, ou theilérioses, sont répandues dans toute l'Afrique; elles sévissent aussi en Europe dans les Balkans, en Asie de l'Anatolie au Turkestan et à la Chine; on les a signalées en Nouvelle-Guinée. L'Amérique en est indemne.

On ne connaît jusqu'à présent leurs agents de transmission que dans l'Afrique australe, où Lounsbury et Theiler ont montré que la piroplasmose due à *Theileria parva*, ou fièvre de la côte, est propagée par la piqûre de cinq tiques, appartenant toutes au genre *Rhipicephalus* : *Rhipicephalus appendiculatus* Neumann, *Rh. simus* Koch, *Rh. capensis* Koch, *Rh. nitens* Neumann, *Rh. evertsi* Neumann.

Ayant reconnu l'existence en Afrique du Nord d'une theilériose voisine de la fièvre de la côte de l'Afrique australe, mais due à un parasite d'une espèce différente, *Theileria dispar*, nous avons recherché l'agent de sa propagation. Les cinq tiques du genre *Rhipicephalus* qui propagent la theilériose en Afrique australe n'existent pas en Afrique du Nord ([1]). Nous avons donc voulu voir si elles n'étaient pas remplacées ici, dans leur rôle de propagatrices des *Theileria*, par d'autres tiques du même genre *Rhipicephalus*. Les tiques nord-africaines de ce genre appartiennent à l'espèce *Rh. bursa* (Canestrini et Fanzago) 1877 et à l'espèce *Rh. sanguineus* (Latreille 1806). Les nombreuses expériences réalisées avec ces deux espèces de tiques, prélevées dans des champs maudits ou sur des animaux atteints d'infection naturelle, ou bien nourries au laboratoire sur des animaux infectés expérimentalement, sont restées infructueuses.

Au contraire nous avons donné, 9 fois sur 9 essais, la théilériose nord-africaine avec des tiques appartenant à l'espèce *Hyalomma mauritanicum* Sevenet 1922 (voisine de *Hyalomma scupense* Schulze 1918). Les veaux servant aux expériences étaient de la race d'Aubrac, importés récemment

([1]) Nous avons d'ailleurs constaté que des *Rhipicephalus appendiculatus*, que MM. Theiler et Du Toit avaient bien voulu nous envoyer de l'Afrique australe, se sont montrés incapables de transmettre expérimentalement *Theileria dispar* de l'Afrique du Nord.

de France et gardés à Alger dans des étables à l'abri des tiques. Les *Hyalomma mauritanicum* placés sur ces veaux étaient de jeunes adultes prélevés à 400km d'Alger, dans leurs gîtes naturels, au milieu d'une région très infectée de théilériose. Les *H. mauritanicum* ont été presque tous trouvés dans les interstices qui séparent les pierres des murs des cours où le troupeau de bovins passe la nuit; quelques-uns seulement ont été capturés dans les prairies. Dans 8 cas on avait placé une vingtaine de jeunes tiques femelles et autant de mâles sur le veau; dans un cas, 200 femelles et autant de mâles. Les 9 veaux ont présenté, après une incubation de 10 à 14 jours, un accès thermique; les corps en grenade ont été trouvés dans le foie, la rate, ou les ganglions, et les petites formes annulaires ont apparu dans le sang périphérique. Trois veaux sur neuf ont succombé à leur infection.

Les tiques du genre *Hyalomma*, qui sont très répandues, n'avaient pas encore été reconnues capables de jouer un rôle dans la transmission des piroplasmoses.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *L'homme est moins sensible que le* Macacus rhezus *au virus de la fièvre jaune.* Note de M. E. **Marchoux**, présentée par M. Roux.

On a attribué à des contaminations de laboratoire la mort de trois savants, Stokes, Noguchi et Young, qui étudiaient la fièvre jaune à la Côte Occidentale d'Afrique. Le Dr Beuuwkes, à la Conférence intercoloniale de Dakar, a annoncé, en faveur de cette opinion, que le virus traverse la peau intacte du *M. rhezus*, bien que, chose curieuse, il ne passe ni par la conjonctive, ni par la muqueuse buccale.

Cette perméabilité de la peau, plus grande que celle des muqueuses, nous a paru étrange et, d'autre part, nous ne pouvions qu'être profondément surpris d'affirmations en si complet désaccord avec nos propres observations relativement aux contaminations superficielles.

Nous avons en effet, les mains nues et sans prendre aucune précaution, pratiqué des centaines d'autopsies quelques minutes après la mort, car au Brésil l'enterrement se fait très vite; parfois les rebords costaux, nous éraflant la peau, ouvraient des portes d'entrée au virus; en saignant des malades, souvent dès le premier jour de leur affection, nous avons eu les mains souillées de sang septique; il est arrivé maintes fois que du sang ou des liquides organiques nous giclent au visage. Nous avons usé au papier

de verre l'épiderme de deux sujets qui par dépôt de sang virulent sur cette lésion n'ont été ni contaminés ni vaccinés.

Il nous parut donc indispensable de répéter l'expérience du Dr Beuuwkes. A cet effet nous avons inoculé, le 6 juillet, quatre *M. rhezus* avec du virus qui a été recueilli au Sénégal, et entretenu à Paris par notre collègue Auguste Pettit qui nous l'a aimablement transmis.

Le singe n° 1 reçoit dans le péritoine 1 cm³ d'émulsion de foie d'un singe sacrifié mourant.

Au n° 3, on applique quelques gouttes du même liquide sur la peau de l'aine gauche sacrifiée jusqu'au tissu conjonctif sous-cutané. Le virus est resté en place jusqu'à dessiccation.

La même opération est pratiquée de la même manière, mais sur la peau saine de l'aine gauche du n° 3.

Enfin le n° 4 reçoit une goutte de virus dans le sac conjonctival droit.

Le n° 1 présente, le 9 juillet, une température rectale de 39°7 et, le 10, inférieure à 37°; le 11, il meurt. A l'autopsie on trouve de l'ictère sous-cutané, du liquide en grande abondance dans le péritoine et le péricarde, le foie légèrement jaunâtre.

Le n° 3 commence à faire de la fièvre, 39°3, le 10 juillet, de l'hypothermie le 11 et meurt le 12 avec des accidents identiques.

Le n° 4 a 39°3 le 12 juillet, de l'hypothermie le 13, jour où il meurt. A l'autopsie, ictère sous-cutané, vessie vide, foie chamois clair, reins jaunes à la coupe. Les lésions macroscopiques sont manifestement identiques à celles qui se produisent dans la fièvre jaune chez l'homme.

Le n° 3 est demeuré bien portant.

Il résulte de cette expérience que, chez le singe, le virus jauneux passe par une lésion profonde de la peau, équivalent à une injection sous-cutanée, que, dans notre cas, contrairement à ce qu'a vu le Dr Beuuwkes, il traverse les muqueuses saines, et qu'il a été arrêté par la peau intacte.

En somme, quelles que soient les différences entre notre expérience et celle de Beuuwkes, il faut reconnaître que le *M. rhezus* est beaucoup plus sensible que l'homme au virus de la fièvre jaune, et que le virus venant du *rhezus* n'est pas particulièrement actif puisqu'un de nos collègues de l'Institut Pasteur en a reçu sans accident sur la face et dans les yeux après rupture d'un cylindre de seringue.

THÉRAPEUTIQUE. — *Le stovarsol, spécifique de l'agalaxie contagieuse du mouton et de la chèvre.* Note (¹) de MM. **J. Bridré**, **A. Donatien** et **D. Hilbert**, présentée par M. Roux.

La place naturelle du microbe de l'agalaxie contagieuse est encore indéterminée. Si, par certains caractères, le germe se rapproche des bactéries, par d'autres, il semble être voisin des protozoaires : c'est ainsi qu'il se colore par les procédés spéciaux employés en protozoologie.

Étant donnée cette affinité commune pour certaines couleurs d'aniline, nous nous sommes demandé s'il n'existerait pas aussi chez le microbe de l'agalaxie et chez les protozoaires une même affinité pour d'autres substances chimiques; si, en d'autres termes, un produit tel que le stovarsol qui se montre d'une efficacité remarquable dans le traitement de maladies à protozoaires, n'aurait pas une heureuse influence sur l'évolution de l'agalaxie. Pour vérifier cette hypothèse, nous avons traité par le stovarsol des chèvres atteintes d'agalaxie naturelle et des chèvres et des agneaux porteurs de lésions agalactiques expérimentales.

Nous nous sommes servis du stovarsol sodique (sel soluble de l'acide oxyacétylaminophénylarsinique) en solution à $\frac{1}{10}$ et en injections sous-cutanées. Les doses journalières variaient, chez les chèvres, entre $0^g,30$ et 1^g de stovarsol, et chez les agneaux entre $0^g,20$ et $0^g,50$. Il ne paraît pas prudent de dépasser la dose de $0^g,03$ par kilogramme d'animal ni de répéter immédiatement cette dose.

Voici un rapide exposé de nos observations :

Maladie naturelle. — Du 22 mars au 18 avril, dans un troupeau de chèvres sélectionnées, 9 chèvres atteintes de mammite agalactique, simple ou double, et d'arthrites, ont été traitées par le stovarsol sodique : 6 chèvres ont guéri après une seule série de trois injections ($0^g,50$ de stovarsol le premier jour, $0^g,75$ le deuxième, et 1^g le troisième); trois après deux séries espacées de trois jours l'une de l'autre.

Une dixième chèvre, atteinte d'arthrite aux quatre membres et prête à mettre bas a été guérie de ses lésions articulaires après deux séries d'injections. La mise-bas a eu lieu à terme. Toutefois, la lactation ne s'est pas établie.

A partir du 24 avril, le propriétaire examine chaque jour les ganglions rétromammaires de ses chèvres, et traite immédiatement celles qui présentent de l'adénite, symptôme qui, observé chez des chèvres appartenant à un troupeau infecté, peut être

(¹) Séance du 17 juillet 1928.

considéré comme le premier signe de la maladie. Du 24 avril au 10 juin, 10 chèvres ont été ainsi traitées ; aucune n'a présenté de mammite ni d'arthrite.

Chez les malades guéries, nulle récidive de mammite ou d'arthrite n'a été constatée.

Maladie expérimentale. — Les agneaux inoculés dans l'articulation du genou avec $0^{cm^3},1$ de culture d'agalaxie ont été traités par des injections sous-cutanées de stovarsol sodique. L'amélioration est notable après la première série d'injections; après une seconde série, les lésions évoluent rapidement vers la guérison. Des agneaux témoins restent boiteux pendant de longues semaines. L'un de ces agneaux, ayant présenté de la kératite 27 jours après l'inoculation intra-articulaire, a été traité par trois injections (en tout : $0^{g},80$ de stovarsol). La cornée est devenue d'un blanc laiteux, mais n'a jamais présenté d'ulcère. Un mois plus tard, l'œil était redevenu normal.

Des chèvres laitières inoculées sous la peau avec des cultures d'agalaxie ont fait de la mammite agalactique tantôt simple, tantôt double. Traitées comme les chèvres à maladie naturelle, elles ont répondu au traitement de la même manière que celles-ci. Le traitement s'est montré d'autant plus efficace qu'il avait été institué plus hâtivement.

En *résumé*, on peut dire que le stovarsol sodique, employé en injections sous-cutanées, agit comme un véritable spécifique sur les lésions de l'agalaxie contagieuse, maladie qui, jusqu'ici, s'était montrée rebelle à toute thérapeutique.

L'étroite parenté qui unit les microbes de l'agalaxie et de la péripneumonie permet de penser que cette dernière maladie serait, elle aussi, heureusement influencée dans son évolution par le traitement au stovarsol.

La séance est levée à $16^{h}30^{m}$.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 9 juillet 1928.)

Note de M. *A. Paillot*, Importance relative des facteurs divers contribuant à limiter l'extension de la Pyrale du Maïs dans l'Est de la France :

Page 151, ligne 6, au lieu de *Zenillia roseanæ*, lire *Masicera senilis* Meig.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Publications périodiques reçues pendant l'année 1927 (*suite*).

Société amicale de secours des anciens élèves de l'École polytechnique. Paris.
Société de secours des amis des sciences (*Compte rendu*). Paris.
Société des ingénieurs civils de France (*Annuaire. Procès-verbal*). Paris.
Société des nations; Bulletin des relations scientifiques. Paris.
Société roumaine des sciences (*Bulletin de chimie pure et appliquée. Bulletin des sciences mathématiques*). Bucuresti.
Solar Physics Observatory (*Annual Report*). Cambridge.
Special Report of the Geological Survey of China. Pékin.
Sprawozdania i Prace. Warszawa.
Sprawozdania Polskiej Akademji Umiejetnosci. Cracovie.
Sprawozdanie komisji fizjograficznej. Cracovie.
Stanford University Publications. Stanford (California).
Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt. Stockholm.
Station agronomique de la Guadeloupe (*Rapport. Bulletin général*). Pointe-à-Pitre.
Statistique de l'industrie minérale. Paris.
Sveriges geologiska undersökning. Stockholm.
Sveriges officiella statistik. Socialstatistik. Stockholm.

Tableau fiscal. Paris.
Technique moderne. Paris.
Technology Reports of the Tôhoku Imperial University (*The*). Sendai et Tokio.
Tide Tables for the Eastern Coasts of Canada. Ottawa.
Tide Tables for the Pacific Coast of Canada. Ottawa.
Tôhoku Journal of Experimental Medicine. Sendaï.
Tôhoku Mathematical Journal (*The*). Sendaï.
Tokyo Astronomical Bulletin. Tokio.
Trabajos del Laboratorio de investigaciones fisicas. Madrid.
Trabajos del Museo de ciencias naturales de Barcelona. Barcelone.

(*A suivre.*)